Digitized by Google

600044651Q

G.10.D.12.

E. BIBL. RADCL. C.

1982 e. 2/24

Digitized by Google

Digitized by Google

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Horner. Littrow. Muncke. Pfaff.

Eilfter Band.

Sach- und Namen-Register

mit ergänzenden Zusätzen

von

G. W. Muncke.

Nebst Nachträgen

zum Verzeichniss geographischer Ortsbestimmungen

von

C. L. v. Littrow.

Mit V Kupfertafeln.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1845.

Digitized by Google

Physikalisches Wörterbuch.

XI. Band.

Sach- und Namen-Register

mit ergänzenden Zusätzen

von

G. W. Muncke.

Nebst Nachträgen

zum

Verzeichniss geographischer Ortsbestimmungen

von

C. L. v. Littrow.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Im Jahre 1822 vereinigten sich die rühmlichst bekannten Gelehrten Brandes in Breslau, Gmelin in Heidelberg, Horner in Zürich und Pfaff in Kiel mit mir zur gemeinschaftlichen Umarbeitung des seit seinem Erscheinen allgemein als vortrefflich anerkannten *Gehler'schen Wörterbuchs der Physik*, und wir machten diesen Entschluss im März des folgenden Jahres öffentlich bekannt. Jeder der Mitarbeiter übernahm die Verantwortlichkeit für die von ihm gewählten Fächer, und unterschrieb daher die dazu gehörigen Artikel, deren Zusammenhang unter sich und mit verwandten Zweigen vorher genau verabredet war. Die auf die Sorge für Einheit und systematische Anordnung des Ganzen beschränkte Redaction zu übernehmen muſste ich mich endlich entschlieſsen, da die anderen Mitarbeiter meine auf ihre weit gröſsere Celebrität gegründeten dringenden Bitten standhaft zurückwiesen. Vielleicht liegt indeſs hierin der Grund, daſs das groſse Werk nicht nach Art mancher anderer unvollendet geblieben ist, da Brandes und Horner nicht so glücklich waren, die Beendigung ihres mit so groſsem Eifer begonnenen Unternehmens zu erleben.

Nach dem anfänglichen Plane sollte das Ganze acht Bände, jeder von drittehalb Alphabeten, umfassen und in vier Jahren vollendet seyn; es zeigte sich aber bald, daſs die Grenze des Umfanges zu eng gesteckt sey, und daſs auch die bestimmte

Digitized by Google

Friſt nicht eingehalten werden könne, wenn wir die verſprochene und begonnene Vollſtändigkeit und Gründlichkeit nicht aufgeben wollten. Wir arbeiteten indeſs mit unermüdetem Fleiſse, die Verlagshandlung machte gegen den unerwartet erweiterten Umfang keine Einwendung und die einzelnen Bände folgten einander so schnell, daſs wir uns keinen gerechten Klagen des Publicums aussetzten, dessen ermunternder Beifall vielmehr belebend auf uns wirkte. Für diese gütige Nachsicht der Sachkenner, die wohlvertraut mit den groſsen zu überwindenden Schwierigkeiten ein günstiges Urtheil über unsere Leistungen fällten, muſs ich hier nicht bloſs in meinem Namen, sondern auch im Namen der drei Mitarbeiter, die leider längst im Grabe ruhen, den aufrichtigsten Dank öffentlich aussprechen; denn oft haben jene in ihren zahlreichen, mit mir gewechselten Briefen den Wunsch ausgesprochen, Besseres und Vollständigeres zu liefern, wenn nur ihre Kräfte solches zu leisten gestatteten.

Leider wurde Horner in Folge seiner ächt patriotischen Gesinnungen und des grossen Vertrauens, welches seine Mitbürger in seine Einsichten und seine erprobte hohe Rechtlichkeit setzten, in politische und administrative Geschäfte seines Cantons gezogen und seine Zeit dadurch verkürzt; seine Gesundheit hatte in Folge der weiten Seereisen gelitten, und da gleichzeitig die Lehre vom Magnetismus täglich neue und wichtige Zusätze erhielt, so blieb er bei seinem Streben nach möglichster Vollständigkeit und Gründlichkeit in der Bearbeitung der von ihm übernommenen wichtigen Aufgabe zurück, und der siebente Band muſste vor dem sechsten gedruckt werden, um eine allzulange Stockung zu vermeiden. Doch im Jahre 1834 häuften sich die Hindernisse einer endlichen Vollendung des Unternehmens bis zum Unübersteiglichen; denn unerwartet entriſs der Tod im Mai den trefflichen Brandes im noch kräftigen Mannesalter seinen zahlreichen Freunden und der gelehrten Welt. Wie tief mich dieser Verlust eines Freundes

Digitized by Google

verwundete, welcher aufser persönlicher Bekanntschaft durch gemeinschaftliche Bestrebungen und einen deswegen lange Zeit fortgesetzten vertraulichen Briefwechsel innigst mit mir verbunden war, darf ich zu beschreiben nicht versuchen. Inzwischen hoffte ich, dafs Horner die wenigen noch nöthigen astronomischen Beiträge übernehmen, zur Bearbeitung des nothwendig erforderlichen Artikels *Undulation* aber, in welchem Brandes die wichtigsten Nachträge zur Optik aufzunehmen beabsichtigte, irgend ein mit diesem Zweige der Physik hinlänglich vertrauter Gelehrter sich bereitwillig finden werde. Doch diese Hoffnung verschwand gänzlich, als auch der unvergefsliche Horner im November des nämlichen Jahres den lange erduldeten rheumatischen Uebeln erlag und den bereits zum gröfsten Theile abgedruckten Artikel *Magnetismus* unbeendigt liefs. Vergebens versuchte ich, die Vollendung dieses wichtigen Theils des ganzen Werkes durch einen der Aufgabe gewachsenen Gelehrten zu erhalten, und mufste mich daher entschliefsen, ihn selbst so gut wie möglich zu ergänzen, obgleich der verewigte Horner durchaus kein vorgearbeitetes Material hinterlassen hatte.

Durfte ich gleich hoffen, diese schwierige Aufgabe im Vertrauen auf gütige Nachsicht des die Umstände berücksichtigenden Publicums zu bezwingen, so war doch die Masse der zur Vollendung des ganzen Werkes noch erforderlichen Arbeiten so grofs, dafs ich die Hoffnung hierzu hätte aufgeben müssen, wenn nicht v. Littrow als rüstiger und thätiger Mitarbeiter einzutreten sich bereitwillig erklärt hätte. Durch diesen erhielt der mathematische und insbesondere der astronomische Theil des Werkes eine über den anfänglichen Plan hinausgehende Erweiterung; allein seine trefflichen Artikel, und unter diesen namentlich *Weltall* und *Weltsystem,* werden sicher von allen Physikern und selbst auch blofs Liebhabern der physikalischen Wissenschaften mit hohem Interesse und zu gründlicher Belehrung gelesen werden. Durch seine kräftige

Digitized by Google

Unterstützung wurde es nicht bloſs möglich, die noch vorhan denen Lücken auszufüllen, sondern mir selbst auch die nö thige Erleichterung verschafft, meine eigenen Beiträge, na mentlich die Wärmelehre, gehörig auszuarbeiten; als gleic einem Blitzstrahl bei hellem Himmel mich die betrübende Nach richt traf, daſs auch ihn ein frühzeitiger Tod mitten in reg ster literarischer Thätigkeit ereilt habe. Glücklicherweise fan den sich indeſs alle seine Beiträge vollständig ausgearbeit vor, und diese füllen nebst denen von Gmelin und meinen ei genen die beiden letzten Bände des Werkes. So wurde als dasselbe im Jahre 1842 bis auf einen kleinen Rest, welche nebst den geographischen Tabellen vom jüngeren v. Littro die dritte Abtheilung des zehnten Bandes bildet, glücklich vol endet, nachdem drei der Mitarbeiter, also gerade die Hälft durch frühzeitigen Tod dahin gerafft worden waren und der ehr würdige Veteran der deutschen Physiker, Pfaff, durch dauernde Augenübel gehindert wurde, den letzten seiner Artikel, *Tur malin*, auszuarbeiten. Selbst der Kupferstecher, dessen frühe Leistungen gewiss Beifall verdienen, erreichte seinen lebhaft Wunsch, das groſse Werk beendigt zu sehen, nicht vollstän dig, denn obgleich er die 10te bis 18te Tafel des X. Band im 81sten Jahre zu stechen noch im Stande war, so zeig doch schon die 18te die eingetretene Unstetigkeit der Han und der Tod ersparte ihm den tiefen Kummer, die 19te ve worfen zu sehen, die ich dem Publicum so, wie ich sie e halten hatte, nicht bieten durfte. Für den beharrlichen Eif bei stets obwaltenden freundschaftlichen Verhältnissen und g genseitiger Ermunterung meiner hochverehrten und innig g liebten Mitarbeiter muss ich, mit wehmüthiger Erinnerung die leider zu früh verstorbenen, meinen tiefgefühlten Da ausdrücken; ihre Leistungen zu würdigen steht mir nicht vielmehr kann ich nur für meine eigenen die gütige Nachsi des Publicums erbitten, da wohl niemand lebhafter, als i selbst, ihre Mängel einsieht.

Digitized by Google

Die Mitarbeiter beabsichtigten nicht etwa einzelne Abhandlungen zu liefern, sondern sie wollten die von ihnen übernommenen Zweige so vollständig, als der ursprüngliche Plan dieses erheischte, ausarbeiten, und muſsten demnach das, wodurch die Wissenschaft im Verlaufe der hierzu nöthigen Zeit erweitert wurde, bei verwandten Untersuchungen gelegentlich nachtragen. Obgleich dieses geschehen und somit ein gewisser Grad der Vollständigkeit erreicht worden ist, so boten doch die späteren Jahre manches Wichtige dar, zu dessen Aufnahme die Gelegenheit fehlte. Die hieraus erwachsende Mangelhaftigkeit konnte vollständig nur durch Supplementbände beseitigt werden, und diese würden auch geliefert worden seyn, wenn die Mitarbeiter, welche alles neu hinzukommende fortwährend sammelten, sämmtlich die Beendigung des Ganzen erlebt hätten. Für diese Nachträge neue Arbeiter zu gewinnen war indeſs nicht zu erwarten und auſserdem hätte deren Ausarbeitung abermals Jahre erfordert, während welcher Zeit bei dem raschen Fortschreiten der Wissenschaft wiederum neue Supplementbände nöthig geworden wären. Weil dieser Weg nicht zum Ziele führte, die Erreichung eines gewissen Grades der Vollständigkeit bis zu einem bestimmten Zeitpuncte aber wünschenswerth blieb, so entschloſs ich mich, im Registerbande das Wichtigste der neuesten Erweiterungen nachzutragen und mindestens die hauptsächlichsten Quellen anzugeben, aus denen man die nöthige Belehrung schöpfen kann. Hierdurch lieſs sich also das erstrebte Ziel, eine bis zum Schlusse des Jahres 1844 reichende, so weit es wünschenswerth scheinen kann, vollständige Uebersicht der physikalischen Wissenschaften zu liefern, mindestens annähernd erreichen. Absolute Vollständigkeit übersteigt bei dem unübersehbaren Umfange des Gebietes der Physik die menschlichen Kräfte, und sie zu erstreben lag daher auch nicht im ursprünglichen Plane.

War schon für die alte Ausgabe ein Register nöthig, so ist dieses für die neue ganz unentbehrlich und macht das Werk

Digitized by Google

erst eigentlich brauchbar, sofern es ein Mittel darbietet, das, was über die einzelnen Disciplinen gesagt ist, aufzufinden. Unter anderem haben selbst die Namen der Apparate und die Bezeichnung verschiedener Gegenstände sich im Laufe der Zeit so vielfach geändert und ihre Zahl ist so sehr gewachsen, daſs es unmöglich ist, sie alle im Gedächtniſs zu behalten, und man ist daher oft gezwungen, die Erinnerung an dieselben wieder zu erneuern oder bereits veraltete Benennungen überhaupt kennen zu lernen. Kommen sie daher vor oder will man irgend eine Bezeichnung als neu wählen, ohne gewiſs zu seyn, ob sie nicht schon existire, so genügt ein Blick in das Register, um die gewünschte Auskunft zu erhalten. Das Realregister wird zugleich auch für diejenigen von Nutzen seyn, welche das allerdings groſse und daher auch kostbare Werk nicht selbst besitzen, theils um sich auf die eben angegebene Weise über viele Aufgaben besser zu orientiren, theils um die einzelnen Bände, in denen die sie interessirenden Untersuchungen enthalten sind, aus öffentlichen Bibliotheken zu erhalten. Das Namensregister ist weit ausführlicher, als bei der älteren Ausgabe, weil nicht bloſs die Namen, sondern auch die Forschungen der genannten Männer kurz angegeben oder angedeutet sind. Diese Abänderung war nothwendig, denn man sucht die Namen der Schriftsteller in der Regel nur dann auf, wenn man die Titel ihrer Abhandlungen kennen lernen will, die an den angezeigten Stellen namhaft gemacht sind, und da viele derselben sehr häufig angeführt werden, so würde es eine verdrieſslich langweilige Aufgabe seyn, alle die Stellen, wo sie vorkommen, so lange nachzuschlagen, bis man die gewünschte Abhandlung fände, was durch die Benennung des Gegenstandes mindestens zum gröſsten Theile vermieden wird. Beiläufig habe ich durch dieses Register auch den Zweck zu erreichen gesucht, daſs man die Namen, die im Werke selbst nicht richtig angegeben sind, und die verschiedenen Personen, denen sie angehören, genauer kennen lernt. Im Regi-

Digitized by Google

ster sind daher die Namen, soweit ich aufzufinden vermochte, richtig, wobei schon die alphabetische Reihenfolge gröſsere Sicherheit gewährt, und die im Werke vorkommenden Fehler lassen sich hiernach verbessern; denn der richtige Name und die Stelle, wo er vorkommt, findet sich im Register. Wie weit es mir gelungen ist, die verschiedenen Gelehrten von gleichen Namen gehörig zu sondern, wage ich nicht anzugeben; um hierin Vollständiges zu erreichen, hätte ich mich in ein tieferes literarhistorisches Studium einlassen müssen, wozu die Zeit fehlte. Auf jeden Fall ist etwas, und ich darf wohl sagen vieles, geleistet worden, was insbesondere künftig von Nutzen seyn wird, wenn im Verlaufe der Zeit die jetzt bekannten Namen mehr in Vergessenheit gerathen.

Es sey mir erlaubt, mit einem Worte der Tabelle geographischer Ortsbestimmungen zu gedenken, zu deren Anfertigung sich der jüngere C. L. v. Littrow bereitwillig gefunden hat. Daſs sie mit ausnehmendem Fleiſse und gröſster Genauigkeit verfaſst worden sey, werden alle Sachverständige bald selbst finden und sie mit mir als eine sehr schätzbare Zugabe zum Ganzen betrachten. Da gegenwärtig an so vielen Orten meteorologische und magnetische Beobachtungen angestellt und sonstige merkwürdige Phänomene öffentlich bekannt gemacht werden, so ist es für den Physiker von gröſster Wichtigkeit, die geographische Lage solcher Orte genauer zu kennen, und hierzu bietet die Tabelle ein ebenso sicheres als unentbehrliches Hülfsmittel dar.

Somit übergebe ich also das groſse Werk, gröſser als irgend eins in dieser Wissenschaft existirt, dem ich die letzten zweiundzwanzig Jahre meines Lebens fast ausschlieſslich gewidmet habe, und welchem zugleich durch die Verlagshandlung eine so reiche Ausstattung zu Theil geworden ist, daſs es eine Vergleichung mit ähnlichen des Auslandes keineswegs scheuen darf, dem lange auf dessen Beendigung harrenden

Digitized by Google

Publicum. Möge dasselbe seine Bestimmung, nämlich über das, was bisher in der Physik und ihren nächsten Hülfswissenschaften geleistet worden ist, eine angemessen vollständige Uebersicht zu geben und dadurch der Mühe zu überheben, das was in zahlreichen Werken zerstreut ist, mit groſsem Zeitaufwande aufzusuchen, um neue Forschungen daran zu knüpfen, wo nicht vollkommen, doch in einem billige Wünsche befriedigenden Grade erfüllen.

Heidelberg im September 1845.

G. W. Muncke.

Digitized by Google

Sachregister.

Die römische Zahl bezeichnet den Band, die arabische die Seite. Bei Verweisungen ist allezeit der Band und die Seite hinzugefügt, wenn sich der Gegenstand im Wörterbuche befindet; diejenigen Verweisungen dagegen, wo dieses nicht zugesetzt ist, beziehen sich auf die Zusätze im Registerbande.

Anm. Durch ein Versehen folgen im ersten Bande von S. 800 an sogleich 881 bis 960 und von hier an diese nämlichen Seitenzahlen noch einmal, um die übergangenen 80 Seiten nachzuholen. Um sie zu unterscheiden, sind hier im Beginn die ersten unrichtigen Seitenzahlen mit einem Sternchen (*) bezeichnet.

A.

Aal, elektrischer. IV. 275. 278.

Abendpunct. Sommer- und Winter-Abendpunct. I. 3.

Abendröthe. I. 3. als Vorzeichen der Witterung. I. 13. Nachträge zu diesen Untersuchungen. V. 257.

Abendstern. S. **Morgenstern.** VI. 2459.

Abenduhr. (Sonnenuhr.) VIII. 896.

Abendweite. I. 14. V. 516. Vergl. **Morgenweite.** VI. 2460.

Aberration wegen der Kugelgestalt. S. **Abweichung.** I. 128.

Abirrung des Lichts. I. 15. IX. 12. 1059. bei Gläsern und Spiegeln. 165. bei Linsengläsern. VI. 393.

Abirrung der Magnetnadel. I. 23.

Abklingen der Farben. S. **Sehen.**

Abkühlung geheizter Räume. S. **Heizung.** V. 164.

Abkühlung. Methode derselben zur Bestimmung der specifischen Wärme. X. 680. 800. Vergl. **Wärmeerzeugung** durch Elektricität.

Ablenkung der Magnetnadel. 1. 23. VI. 954. Compensation derselben. I. 37. VI. 959.

Abplattung der Erde. III. 928. VI. 1265. VII. 371. IX. 46.

Abprallung. S. **Zurückwerfung.** X. 2438.

Abscheu am leeren Raume. VI. 127.

Absolut. Das **Absolute.** I. 40.

Absorption. 1. 40. der Gase durch Wasser. 41. Einfluss der Temperatur hierauf. 49. Einfluss anderer vorhandener Gase. 51. der Dichtigkeit der Gase. 52. Schnelligkeit der Absorption. 62. Wärme-Entbindung dadurch. 63. Volumenvermehrung des Wassers da-

Digitized by Google

durch. 63. Absorption der Gase durch Schwefelsäure. 69. Theo-
rie. 71. der Gase durch feste Körper. 85. 106. durch Kohle. 86
der Dämpfe durch Kohle. 104. durch feste Körper. 110. der Riech-
stoffe. 112. Theorie der Absorption durch starre Körper. 113. Vergl.
Verwandtschaft. IX. 1862.
Absorption der Lichtstrahlen. S. **Teleskop.** IX. 196.
Abspiegelungen. S. **Perspective.** VII. 437.
Abstand zweier Puncte von einander. III. 791.
Abstand, scheinbarer, der gesehenen Gegenstände vom Auge. IV. 144
Abstand vom Scheitel. I. 116.
Abstand der Nachtgleiche vom Mittage. I. 119.
Absteigung, gerade. I. 119. schiefe. 120.
Abstossung. I. 120. elektrische und deren Gesetz. III. 724. d
Körper gegen das Licht, die zugleich neben der Anziehung beste-
VI. 345. vergl. **Zurückwerfung.** X. 2440. der Wärme geg
die Körper. 881.
Abstossungskraft. VI. 1431. 1466.
Abweichung, astronomische. I. 128.
Abweichung der Geschützkugeln von der verticalen Ebene. I. 7
Abweichung der Magnetnadel. I. 131. VI. 962. nach L. Eul
Theorie. 1026 ff. 1046. 1047. Veränderung derselben. I. 148. t
liche Variation. 152. und jährliche. 154. VI. 1086 ff. deren U
chen. I. 157. isogonische Linien nach Erman. VI. 1089. jährl
Veränderung der Abweichung. 1091. tägliche. 1096. Einführung
correspondirenden Beobachtungen durch v. Humboldt und Ga
1101. 1107. die täglichen Variationen zeigen sich auch in Ti
von unveränderlicher Temperatur. 1102. Einfluss der Witterung
dieselben. 1108. der Erdbeben. 1109. der Gewitter. 1111.
Abweichung, optische. I. 165. bei parabolischen Spiegeln.
bei sphärischen Hohlspiegeln. 166. IX. 130. bei Linsengläsern w
der Kugelgestalt. VI. 392. des Auges wegen der Kugelgestalt
1377. farbiger Strahlen. I. 168. VI. 391. 393.
Abweichungskreis. I. 129. 169.
Acaena. Aegyptisches Mass. VI. 1235.
Accord, musikalischer. VIII. 331.
Acetimeter. IX. 90.
Aceton. IX. 1703.
Acidität. Chemische Grundkraft. III. 369.
Achromatopsie. S. **Sehen.**
Achrupsie. Nichtunterscheidung gewisser Farben. S. **Ges**
IV. 1423. **Sehen.** VIII. 763. **Wärme.** X. 649. S. **Seh**
Acker. Aegyptisches Landmass. VI. 1295. 1300.
Aderhaut. S. **Auge.** I. 531.
Adhäsion. I. 170. 344. 347. zwischen festen Körpern. 173.
schen festen und flüssigen. 176. Einfluss der Temperatur. 18
verschiedenen Flüssigkeiten an festen Körpern ist ungleich. 19
Flüssigkeitstheilchen unter sich. 195. ihr Durchdringen durch

Digitized by Google

blase. 200. Adhäsion expansibeler Flüssigkeiten. 201. Drehungen des Kampfers und Bewegungen sonstiger auf Flüssigkeiten schwimmender Körper. 203—207. Ursache der Adhäsion. 207. Zusammenhang derselben mit der Elektricität. 208.

Zus. PRECHTL[1] untersuchte die Adhäsion geschliffener Metallplatten an einander, indem er eine derselben mit genau horizontaler Fläche an einer feinen Waage aufhing und durch Gewichte von der unteren abriss. Hierbei fand er das merkwürdige Gesetz, dass die Adhäsionskraft zwischen zwei ungleichen Metallen der des stärkeren gleichkommt. Eine Kupferscheibe z. B., die von einer anderen Kupferscheibe durch 21 gr. abgerissen wurde, hing mit gleicher Kraft an andern Metallscheiben, die unter sich eine geringere Adhäsion zeigten. Zink bedurfte zum Abreissen von Kupfer 21 gr.; von Silber 21 gr.; von Zinn 17 gr.; von Wismuth 16 gr.; von Antimon 15 gr.; von Blei 12 gr.; von Zink 10 gr. Mit Ausnahme des Zinns, welches übrigens eine sehr feine Politur annimmt, fällt diese Reihe mit der galvanischen zusammen. PRECHTL will hierbei gefunden haben, dass die Anziehung schon in messbarer Entfernung eintritt und die aufgehangene Platte von da an sich der andern mit zunehmender Geschwindigkeit nähert. Später hat GIRARD interessante Versuche angestellt, indem er zwei Platten einander parallel im Wasser aufhing und fand, dass sie bei geringer Entfernung von einander sich anzogen[2]. COULOMB hat in seinen Papieren einige nicht vollendete Adhäsionsversuche hinterlassen, von denen BIOT[3] handelt. Die Summe der bekannten Anziehungsphänomene ist aber bedeutend vermehrt durch die Versuche von DUTROCHET[4], zu denen man auch die von DOYÈRE[5] hinzufügen kann[6]. Zur Erklärung derselben wird eine eigene Kraft (force épipolique) angenommen, die der elektrischen Anziehung ähnlich, von ihr aber verschieden seyn soll. Nach genauerer Prüfung dürfte es aber einer neuen Naturkraft nicht bedürfen, indem alle Erscheinungen sich aus den wechselseitigen, verschieden modifi-

1 Poggendorff Ann. Bd. XV. S. 223.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXIX. p. 260.
3 Traité T. I. p. 519.
4 Comptes rend. T. XIV. p. 1028. T. XV. p. 25.
5 Ebend. T. XV. p. 176.
6 Vergl. l'Instit. 10me Ann. N. 444.

Digitized by Google

cirten Anziehungen, als der Flüssigkeitstheilchen unter sich un
gegen die schwimmenden Körperchen, so wie auch der si
über einander hinziehenden und mit einander verbindenden Flü
sigkeiten mit Rücksicht auf die Verdampfung, überhaupt a
den durch gegenseitige Einwirkung theils geschwächten the
verstärkten Anziehungen aller dabei in Conflict kommend
Körper füglich erklären lassen.

Neuere beachtenswerthe Versuche über die Adhäsion h
H. F. Link angestellt, die sich dadurch von den früheren un
terscheiden, dass er die Stärke der Adhäsion verschieden
Flüssigkeiten an festen Körpern aus der Höhe ableitete, b
zu welcher die ersteren zwischen ebenen, gleich weit von ei
ander abstehenden, Platten aufstiegen, zu welchem Behufe
sich eines eigenen zweckmässig eingerichteten Apparates b
diente. Die folgende Tabelle zeigt die gefundenen Grösse
die in der dritten Columne Glasplatten, in der vierten Kupfe
scheiben, in der fünften Zinkscheiben und in der sechsten Hol
platten, welche mehrmals in heisses Unschlitt getaucht, dam
getränkt, dann aber rein abgerieben waren, zugehören.

Flüssigkeiten.	Spec. Gew.	Höhe.			
		Lin.	Lin.	Lin.	Lin.
Destill. Wasser	1	12,5	13,0	13,0	8,5
Destill. Weingeist	0,835	8,0	10,0	9,5	8,5
Schwef. Aether	0,755	7,0	10,0	8,5	7,0
Schwefels. rect.	1,845	11,0	11,0	15,5	—
Salpetersäure	1,200	14,0	—	—	—
Salzsäure	1,115	14,0	14,0	—	—
Kaust. Kali Lös.	1,335	8,0	10,5	8,0	—
Essigs. Kali Lös.	1,145	9,5	11,5	10,0	—

Link nimmt an, dass die Höhen sich gerade wie die
ziehungen und umgekehrt wie die specifischen Gewichte, m
die Anziehungen wie die Höhen multiplicirt in die specifis
Gewichte verhalten; allein die hiernach berechneten Grössen
Wasser als Einheit angenommen, zeigen sehr grosse Abweichu
von den durch Versuche gefundenen. Die Stärke der Anziehu
nicht der Dichtigkeit der anziehenden Körper, also nicht der M
proportional, Einfluss der Elektricität ist unwahrscheinlich, ch
sche Verwandtschaft kann nicht als Ursache gelten, und es sind

Digitized by Google

drei Ursachen, welche gemeinschaftlich wirken; zuerst die wechselseitige Anziehung der festen zu den flüssigen Körpern, zweitens das specifische Gewicht und drittens die Cohäsion der Theile der Flüssigkeiten unter sich. Die beiden lezteren wirken der Höhe entgegen, die durch die erste erzeugt wird[1].

Matteucci leitet die Drehungen des Kampfers von der Ausdünstung desselben und seiner Auflösung in den ihn berührenden Wasserschichten her. Wenn ein grösseres, sich kaum bewegendes Stück unter die Luftpumpe gebracht wird, so sollen die Bewegungen stärker werden[2].

Adhäsionsplatten. I. 171.
Adjustirung des Auges zum deutlichen Sehen ungleich entfernter Gegenstände. IV. 1387. VIII. 746. S. **Sehen.**
Adler. Hoher Flug desselben und dessen Theorie. IV. 464.
Aeoline. Musikalisches Instrument. VIII. 222.
Aeolipile. S. **Dampfkugel.** II. 412.
Aeolodikon. Musikalisches Instrument. VIII. 369.
Aeolusharfe. I. 208. VIII. 193. transversale. I. 211.
Aepfelsäure. IX. 1697.
Aequationstafel der Inklinatorien. S. **Inklinatorium.** V. 744.
Aequator, astronomischer. I. 211. der Erde. I. 213. III. 839. magnetischer. I. 214. VI. 1027. 1035. 1044. 1046. 1051. 1113. 1130. thermischer. X. 1898. 1900.
Aequatoreal. I. 215. Nachtrag dazu. VI. 1805. IX. 730.
Aequatorealprojection S. **Landcharte.** VI. 103.
Aequatorshöhe. I. 217.
Aequinoctialkreis. I. 211.
Aequinoctialpunct. VIII. 889.
Aequinoctial-Springfluth. III. 46. und **Nippfluth.** 48.
Aequinoctialströmung des Meeres. VI. 1758.
Aequinoctial- (Sonnen-) **Uhr.** VIII. 889.
Aequivalent, chemisches. S. **Verwandtschaft.** IX. 1881. 1889. Aequivalentenscale. 1921.

Zus. **Aequivalent,** elektrochemisches, ist eine Bezeichnung, welche den Untersuchungen Faraday's ihren Ursprung verdankt. Dieser fand nämlich, dass bei chemischen Zersetzungen durch den elektrischen Strom für jeden Körper die zersetzte Masse zu der erforderlichen Elektricitätsmenge in einem constanten Verhältniss stehe, und dass chemisch äquivalente

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXIX. S. 404. Bd. XXXI. S. 593.
2 Ann. Chim. et Phys. T. LIII. p. 117.

Digitized by Google

Massen verschiedener Körper zu ihrer Zersetzung gleiche Elektricitätsmengen erfordern. So sind z. B. 9 Gewichttheile Wasser und 36,5 Gewichttheile Salzsäure chemisch äquivalente Massen, und bedürfen daher zu ihrer Zersetzung gleiche Elektricitätsmengen. Letztere lassen sich, als materiell betrachtet nicht unmittelbar messen. W. WEBER kam indess auf den sinnreichen Gedanken, die Quantität derselben der Quantität des durch sie gleichzeitig erregten Magnetismus proportional zu setzen, diesen mit dem tellurischen Magnetismus zu vergleichen und da die absolute Grösse dieses Magnetismus aufgefunden ist, hierdurch die Grösse des elektrischen Stromes zu bestimmen. Auf diese Weise fand er durch einen zweckmässig construirten Apparat aus 5 Versuchsreihen mit unbedeutenden Abweichungen das elektrochemische Aequivalent des Wassers im Mittel = 0,009376, wonach also sowohl die elektrochemischen Aequivalente anderer Körper bestimmt, als auch die Stromstärken, welche eine Zersetzung bewirkt haben, gemessen werden können [1].

Aërodynamik. S. **Pneumatik.** VII. 591.
Aërometrie. S. **Pneumatik.** VII. 591.
Aëronautik. I. 219. verticale Richtung der Ballons. 219. horizontale. 221. ff.

Aërostat. I. 230. älteste Vorschläge. 232. Seifenblasen nach BLA… 233. MONTGOLFIER's Erfindung. 233. CHARLES's gleichzeitige. 2… PILATRE DE ROZIER. 234–236. erste Luftfahrten. 234. von BLANCHARD. 236. CROSBIE. 237. CHARLES und ROBERT. 238. im Lager zu Fleurus. 239. GARNERIN's. 239. LALANDE's. 239. HERMSTAEDT's. 239. ZAMBECCARI's. 240. SACHAROW's. 240. BIOT's u… GAY-LUSSAC's. 241. 251. **Montgolfièren.** 242. deren Theo… 245. 251. und Tragkraft. 255. **Charlièren.** 242. deren Theo… 248. und Tragkraft. 255. Leichteste Montgolfièren aus Watten … Elsenraupe. 242. aus Metallen. 256. Hindernisse der allgemeinen Anwendung. 256.

Zus. Den Vorschlag des Pater GALIEN S. 232, luftle… Kugeln steigen zu lassen, vertheidigte später PRESCHEUR [2].

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 181.

2 Exercit. phys. de arte navigandi per aërem cet. Rint. 1676. V… WURZER in Kastner's Arch. Bd. XVII. S. 367. Ueber die Watten der … senraupe, Weberraupe, tinea euonymella, tinea padella, s. … univ. T. XXVIII. p. 138.

Aërostatik. I. 258. Luftdruck. 258. Mariotte's Apparat, ihn zu zeigen. 259. atmosphärischer Druck. 261. nach Gren. 261. nach Bohnenberger gegen verschiedene Flächen. 262. Einfluss auf den thierischen Körper. 267. Correction der Wägungen in der Luft. 269. S. **Gewicht.**

Zus. Eduard Weber hat in Folge anatomischer Untersuchungen aufgefunden, dass die genau kugelförmigen Enden der Knochen des menschlichen Körpers, namentlich der Beine, in den Kapseln des Beckens luftdicht liegen. In Folge hiervon werden sie durch den atmosphärischen Luftdruck mit einer der Fläche proportionalen Kraft in den Kapseln zurückgehalten, ohne messbare Hinderung ihrer Beweglichkeit. Die Stärke dieses Druckes würde nach Berechnung gegen 30 ℔ betragen, die Grösse der Fläche bei einem ausgewachsenen Menschen von mittlerer Grösse zu zwei Quadratzoll angenommen; wirkliche Versuche ergeben ungefähr 20 ℔. A. v. Humboldt machte darauf aufmerksam, dass die bisher noch nicht erklärte Ermüdung auf sehr hohen Bergen hiervon abgeleitet werden könne. Unzweifelhaft ist auch diese Ursache wo nicht die einzige, doch sicher bedeutend mitwirkend; denn wenn der Luftdruck bis auf die Hälfte des mittleren herabgeht, so beträgt dieses so viel, als wenn im Meeresspiegel jedes Bein mit 10 ℔ Gewicht beschwert wäre. Einige haben aus Missverständniss gefolgert, die Gesammtkraft, wodurch der Wirbelknochen des Beines in seiner Kapsel festgehalten wird, sey eine Folge dieses Luftdrucks, was aber unmöglich ist, da ein Gewicht von mehr als 400 ℔, also über das Zwanzigfache des Luftdrucks, ein Herausreissen noch nicht bewirken kann. Hieraus ist dann zugleich erklärbar, warum die Ermüdung bloss beim Gehen auf sehr hohen Bergen, nicht aber von denen empfunden wurde, die sich in Luftballons zu noch grösseren Höhen erhoben [1].

Aethal. IX. 1707.
Aether. I. 271. 324. sein Widerstand gegen Himmelskörper. 272. soll Ursache der Cohäsion seyn. II. 115. 116.
Aether des Lichts. IX. 1302. der Wärme. X. 649.
Aether, tropfbar flüssiger. IX. 1701. 1841.
Aethrioskop. I. 269. IX. 701. X. 182. 665. Leslie's. S. **Differentialthermometer.** II. 535.

---

1 W. und E. Weber in Poggend. Bd. XL. S. 1.

Aetna. Vulcan. IX. 2212.
Aetzbarkeit, Aetzkraft. S. **Kausticität.** V. 848.
Aetzen in Glas. IV. 519.
Aetzstein. Lapis causticus; Kalihydrat. V. 839.
Affinität. S. **Verwandtschaft.** IX. 1857. 1999 ff.
Affinitätsgrösse. IX. 2016. 2023. Affinitätstabellen. 2019.
Aggregatform. I. 279. Veränderung derselben. IX. 1937.
Agtstein, statt Elektron vorgeschlagen. III. 234.
Ahqd. Arabisches Mass. VI. 1239.
Akash. Der Aether der Braminen. IV. 1243.
Aktine. S. **Wärme.** X. 131.

Zus. **Aktinograph** ist ein von Sir John Herschel erfundenes Instrument, welches bestimmt ist, die Stärke der Helligkeit des Himmels mittelst der Färbung des sensitiven Papiers zu registriren [1].

Aktinometer. VIII. 834. Herschel's. X. 130. Pouillet's. 206.

Zus. **Aktinomoter,** elektrochemisches, nennt Edmund Becquerel [2] ein von ihm erfundenes Instrument, welches den elektrischen Strom anzeigt, den iodirte Silberplatten erzeugen wenn die farbigen Strahlen des Spectrums auf sie fallen und eine Zersetzung des Silbers hervorbringen. Es wird dabei in Aussicht gestellt, dass mittelst desselben chemische Veränderungen, die durch das Licht erzeugt sonst nicht wahrnehmbar seyn würden, merkbar werden könnten. Eine genaue Beschreibung würde hier zu viel Raum erfordern.

Akumeter. S. **Gehör.** IV. 1217.
Akustik. I. 280. Vergl. **Schall.** VIII. 180.
Akyanoblepsie. S. **Sehen.**
Alantkampfer. IX. 1937.
Alaun. I. 285. **Alaunerde.** I. 284.
Albatros. Fliegen desselben. IV. 466.
Albedo oder Weisse selbstleuchtender oder beleuchteter Körper. II. 64 III. 1155. VI. 282. VII. 490. 587. X. 2450. 2464. der Flamme. 30
Albino. I. 532. 533.
Alcaraza. I. 281. X. 865.
Aldehyd und **Aldehydsäure.** IX. 1702.
Algebra. VI. 1474.
Alhidade. VI. 1787. VIII. 783.

---

1 Phil. Trans. 1841. p. 1.

2 Becquerel, Traité de Physique u. s. w. Par. 1844. T. II. p. 51

Alkali. I. 283. unorganische Alkalien. 283. organische. 284. vegetabilisches. V. 838.
Alkalimeter. I. 281.
Alkalität. Chemische Grundkraft. III. 369.
Alkarsin. IX. 1703.
Alkohol. Bestandtheile. IX. 1700. Procente desselben in Mischungen. I. 374. Bestimmung des Mischungsverhältnisses aus dem specifischen Gewichte. IV. 1566. Gefrieren desselben. X. 965.
Alkoholdampf. Dessen latente Wärme. II. 291—294. Elasticität. 356—361. X. 1089. Dichtigkeit desselben. II. 390. Mischung mit andern Dämpfen. 400.
Alkoholometer. I. 349. 364. 373. 395. VIII. 673.
Allanit. II. 91.
Allantoissäure. IX. 1713.
Almagest. Lehrbuch der Astronomie. I. 412.
Almucantharat. Kreis am Himmel. I. 284.
Alpenkalk. Gebirgsart. III. 1088.
Alumium. Einfacher Stoff. I. 284.
Amalgam. S. **Quecksilber**. VII. 1023. als elektrischer Erreger. S. **Säule**.
Amalgama. I. 286. Kienmayer'sches. 287. Mayer'sches. 291. Auftragen desselben. III. 473.

Zus. Pfister in Wien wendet bei seinen ausnehmend wirksamen Elektrisirmaschinen ein Amalgama an, welches aus 2 Theilen Zinn, 3 Th. Zink und 4 Th. Quecksilber besteht, doch legt er selbst hierauf keinen grossen Werth, und ich habe dasselbe nicht wirksamer gefunden, als gewöhnliches Kienmayer'sches. Das **Amalgamiren** der Zinkplatten für Volta'sche Säulen geschieht am bequemsten, wenn man sie mit verdünnter Schwefelsäure reinigt und dann mit einem Gemenge aus Quecksilber, Kreide und Wasser einreibt. Brugnatelli (Bd. IV. S. 608) scheint die Vermehrung der Wirksamkeit des Zinks durch Amalgamirung zuerst aufgefunden zu haben.

Amaurose. IV. 1397.
Amblyopie. S. **Gesicht.** IV. 1399.
Ambos im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1202.
Ambrafett. IX. 1707.
Ameisensäure. IX. 1697.
Amenorrhoe durch Elektricität geheilt. III. 405.
Ammoniak. VIII. 1054. **Ammoniakdampf,** des flüssigen latente Wärme. II. 291.
Ammoniakgas ist tropfbar-flüssig gemacht. IV. 1018. 1020.
Amniumhäutchen zu Aërostaten. I. 242.
Amorphismus. IX. 1955. 2038.

Digitized by Google

Amphoreus. Griechisches Mass. VI. 1244.
Amygdalin. IX. 1716.
Anakamptik so viel als Katoptrik. V. 845.
Anaklastik. S. **Dioptrik.** II. 555.
Analysis, mathematische. VI. 1474.
Anamorphose, optische. I. 290. katoptrische. 291. dioptrische. 29
Android. S. **Automat.**

Zus. **Anemocorde,** ein im Jahre 1790 von Schnel und Tschenki erfundenes Instrument, eine durch künstliche Luftstrom tönende Aeolsharfe; ein ähnliches wurde im J. 184 vorgeschlagen von Isoard [1].

Anemograph und **Anemometrograph.** S. **Windmesser** X. 2168. 2176.
Anemometer. Bei Luftballons. I. 227. so viel als Windmesser X. 2146.
Anemonenkampfer. IX. 1706.
Anemoskop, Guericke'sches. I. 292. so viel als Windmesser. X. 2146
Anerythroblepsie. S. **Sehen.**
Anhängung. S. **Adhäsion.** I. 170.
Anhydrit. Felsart. III. 1089.
Anione. S. **Elektrode.**
Aniskampfer. IX. 1706.
Anker der Magnete. VI. 949.
Anker. Englisches Flüssigkeitsmass. VI. 1310. preussisches. 1331 dänisches. 1343.
Anlaufen der Metalle. X. 288.
Anode. Derjenige Polardraht der galvanischen Säule, welcher die po sitive Elektricität leitet. S. **Elektrode.**
Anomalie. Wahre und mittlere. I. 293. III. 787. VI. 2311. 2312. X 1576. coäquirte. I. 294. excentrische. 296. X. 1579.

Zus. **Anorthoskop,** ein optisches Instrument von Pla teau, ähnlich dem **Phantascop** [2].

Anthiarin. IX. 1712.
Anthotypie. S. **Daguerrebilder.**
Anthracit. III. 1109. V. 908. Leiter der Elektricität. VI. 189.
Anthrakometer. I. 299. 463.
Antimon. I. 299. Antimonoxydul, antimonige Säure und Antimon säure. 300.
Antipoden. S. **Gegenfüssler.** IV. 1190.
Anwandlung. I. 301. 1186. V. 694. VI. 316 ff. IX 1392. X. 244 Zwischenräume und Länge derselben. I. 302.

---

1 L'Instit. 9me Ann. Nr. 413. Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 14
2 Bullet. de la Soc. de Brux. 1836. N. 1. p. 7.

Digitized by Google

Anziehung. I. 120. wägbarer Körper. 321. unwägbarer. 322. bewirkt die Kugelgestalt der Flüssigkeiten. 322. Anziehung der Berge. 329. kleinerer Massen. 332. der Himmelskörper. 341. VI. 1393. sogenannte Newton'sche. VIII. 595. in unmessbare Ferne ist Ursache der Capillarität. II. 40. wirkt in die Entfernung. 133. S. **Adhäsion.** wechselt mit Abstossung. 133. 134. VI. 1431. 1466. der Erde gegen den Mond. IV. 1621. des Mondes gegen einen von ihm nach der Erde geworfenen Körper. 1623. zweier Körper gegen einen dritten. 1624. einer Kugel mit Rücksicht auf ihre Masse und Gestalt. 1631. eines Ellipsoids. 1641. dient zur Bestimmung der Planetenmassen. 1645. Mittelpunct der Anziehung. VI. 2295.

Anziehung, chemische. I. 345. 347. elektrische. III. 236. der Körper gegen das Licht, die zugleich mit Abstossung besteht. VI. 315. vergl. X. 2439.

Apertur. I. 979. IV. 164.

Aphanit. Gebirgsart. III. 1085.

Aphelium. S. **Sonnennähe.** VIII. 873.

Aplanatische Fernröhre. IV. 178.

Apogeum. S. **Sonnennähe.** VIII. 875.

Apothekergewicht. S. **Medicinalgewicht.** VI. 1377—1380. u. a. a. O.

Apparat. I. 348. Mariotte's, den Luftdruck zu zeigen. 259. allgemeiner elektromagnetischer von Ampère. III. 554. verschiedene, um Seewasser aus der Tiefe zu schöpfen. VI. 1619. allgemeine physikalische. VII. 513.

Zus. Der bequemste und vollständigste Apparat zur Anstellung aller elektromagnetischer Versuche ist das Nécessaire électrodynamique par M. M. Breton frères. Rue de petit Bourbon N. 9. et rue Servandoni N. 4. près St. Sulpice à Paris. Preis vollst. 500 Fr.

Appellschlot. IX. 1634.

Appressionspumpe. S. **Druckpumpe.** II. 622.

Apsiden, Apsidenlinie. I. 347. der Sonnenbahn. S. **Sonne.** VIII. 873. deren Veränderlichkeit. X. 1490.

Aräometer mit festen Scalen. Erfindung derselben. I. 351. Construction von Musschenbroek. 354. 379. bestimmt durch Brisson. 355. nach Beaumé. 357. holländisches. 358. von Poncelet, Pouget und Bories, Le Raz De Lanthenée. 361. von Büsch. 362. von Benteley. 363. von Richter allgemeines. 363. von Tralles. 373. von Meissner. 375. 393. von Clarke. 376. von Desaguliers. 376. von Ramsden. 377. von Atkins. 377. und Lavigné. 378. Anwendung derselben zur Bestimmung der specifischen Gewichte der tropfbaren Flüssigkeiten. IV. 1516.

Aräometer mit veränderlichen Gewichten oder **Gravimeter.** Erfindung. I. 380. von Fahrenheit. 380. verbessert durch Schmidt

und CIARCY. 381. von LAMIER. 384. von CHARLES (aréomètre-balance). 384. 386. von NICHOLSON. 385. HOMBERG's Aräometer. I. 391. verändert durch DESCROIZILES. 391. RAMSDEN. 392. SCHMEISSER. 392. WAGENMANN. 393. MEISSNER. 393. Gebrauch des Fahrenheit'schen. IV. 1518. des Gravimeters von CHARLES. 1519. des Homberg'schen. 1522.

Zus. HOMBERG's Aräometer wird sehr empfohlen durch LEUTMAMM [1].

Aräometrie. I. 397. Nachtrag. VIII. 673.
Are. Französisches Feldmass. VI. 1272.
Aricin. IX. 1715.
Arithmetik. Theil der Mathematik. VI. 1474.
Arm, beim Krummzapfen. V. 1020. bei der Waage. X. 4.
Armatur der einfachen galvanischen Kette. IV. 712.
Armillarsphäre. S. **Ringkugel.** VII. 1395. VIII. 915.
Armirung der Magnete. VI. 641.
Arrobe. Spanisches Mass. VI. 1389.
Arschine. Russische Elle. VI. 1346.
Arsenik, arsenige Säure. I. 398. Arseniksäure, Arsenikwasserstoffgas. 399.
Arsenikwasserstoffdampf. Dessen Dichtigkeit. X. 1114.
Artilleriequadrant. I. 699.
Arura. Aegyptisches Flächenmass. VI. 1234.
Asbest soll zu Dochten der ewigen Lampen genommen seyn. VI. 50.
Ascensionaldifferenz. I. 400. 527.
Asche, vulcanische, deren Beschaffenheit. III. 1102. IX. 2262.
Aschenzieher (holl. Aschentrecker). Turmalin. IX. 1088.
Asla. Arabisches und Persisches Mass. VI. 1238.
Asparagin. IX. 1716.
Aspecten. I. 401. VIII. 993.
Asphalt. III. 1109. 1112.

Zus. **Aspirator.** ein von C. BRUNNER angegebener Apparat aus zwei nach Art des Heronsbrunnens über einander befindlichen und mit einander verbundenen Gefässen bestehend. Derselbe ist zu verschiedenen chemischen Zwecken sehr geeignet, hauptsächlich um gemessene Volumina von Gasen in einen oder den andern Behälter desselben ein- oder ausströmen zu machen [2]. Darunter gehört auch derjenige Apparat, welcher bereits (Bd. X. S. 1102 ff.) beschrieben ist. Eine Verbesserung desselben ist durch Dr. O. R. ABENDROTH [3] und

1 Comm. Petrop. 1730 u. 1731. T. V.
2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 264.
3 Ebendas. Bd. LIII. S. 617.

durch BOLLEY [1] empfohlen. Einen sehr einfachen und auf bekannte Principien der Construction gewöhnlicher Gasometer gegründeten Aspirator hat MOHR [2] angegeben. Dieser besteht aus einem zur Hälfte mit Wasser angefüllten Gefässe von Blech, in welches ein anderes, zur Aufnahme des Gases bestimmtes, hineingesenkt ist. Letzteres wird durch das Gewicht g mit einem kleinen Untergewicht genau balancirt, doch hindert das Wasserventil e e das Eindringen der äusseren Luft, wogegen sich das Gefäss durch dieses schnell entleert, wenn man das Gewicht g etwas hebt. Zum Einbringen des Gases, womit man das Gefäss füllen will, dient die in der Seitenansicht des Apparats gezeichnete Röhre m n, welche sich bei b nach aussen öffnet, um etwa eingedrungenes Wasser herauszulassen, obgleich diese Oeffnung für gewöhnlich mit einem Korke verschlossen bleibt. Die wieder aufwärts und dann oben rechtwinkelig umgebogene Röhre ist oben mit einem Hahne h versehen, um nöthigen Falls das Einströmen der Luft schnell zu unterbrechen; in die Mündung derselben wird die Austrittsröhre des kleinen Gefässes gesteckt, dessen Eintrittsröhre gleichfalls durch ein Wasserventil f gesperrt ist. Der Apparat empfiehlt sich durch seine Einfachheit, doch ist das ungleiche Gewicht des mehr oder minder tief in das Sperrwasser eintauchenden Gasbehälters nicht corrigirt. (Vergl. Bd. IV. S. 1092.)

Fig. 1. a. b. c.

Asterismus. S. **Sternbilder.** VIII. 985.
Astrallampen. VI. 58.
Astrognosie. I. 405.
Astrois. Curve. Deren Rectification. IX. 2100. Oberfläche. 1181. 2105. Volumen. 1187. 2110.
Astrologie. I. 405. Geschichte derselben. VIII. 993.
Astrometer. S. **Photometer.**
Astronomie. Sphärische. I. 405. theorische, physische. 409. Geschichte derselben. 409 ff.
Athmen. der Menschen und Säugethiere. I. 420. Verschluckung von Stickgas. 423. Erzeugung von Wasserdampf. 424. Athmen des oxydirten Stickgas. 425. Einfluss des nervus vagus. 426. Theorie des Athmungsprocesses. 428. Athmen der Amphibien. 429. der Fische. 430. der Insecten und Würmer. 431.
Atholpresse. S. **Presse.** VII. 900.

---

1 Ann. der Chemie u. Pharmacie. Bd. XLI. S. 322.
2 Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 136.

Digitized by Google

Atlantis. Vormalige Insel. IV. 1315.

Atmidometer, Atmometer. I. 432. Vergl. **Meteorologie.** VI. 1835.

Atmosphäre der Erde. I. 439. Excentricität. 441. Höhe nach dem Mariotte'schen Gesetze und nach der Schwungkraft. 443. ist nach WOLLASTON nicht unendlich. 444. Höhe nach G. G. SCHMIDT. 445. aus der Dämmerung. 446. II. 273—277. abnehmende Dichtigkeit. I. 450. 451. absolute Luftmenge derselben. 452. Bestandtheile. 454. Ursachen der gleichmässigen Beschaffenheit. 457. Wasserstoffgasgehalt. 461. Kohlensäuregehalt. 462. Wasserdampfgehalt. 465. dessen Abnahme mit der Höhe. 468. mechanisch darin schwebende Substanzen. 473. Miasmen. 475. schädliche Gewerbe. 483. ist eine Mengung, nicht chemische Mischung. 485. Einfluss der Sonne und des Mondes auf dieselbe. 498. Färbungen derselben. 9. 500. Verlust des Lichts beim Durchgange durch dieselbe. II. 706.

Nachträge. S. **Meteorologie.** VI. 1989. Höhe und Excentricität. 1989—1995. Höhe, in welcher sie das Licht noch reflectirt. 1996. Bestandtheile derselben. 1996. Kohlensäuregehalt. 1997. Kochsalzgehalt. 1999. Miasmen. 2000. Wasserstoffgasgehalt. 2002. Desinficirung. 2003. Dalton'sches Gesetz. 2004. Farbe derselben. 2004. Feuchtigkeitszustand. 2006.

Zus. Die grösste Höhe, wo die Luft noch dicht genug ist, um das Licht der Dämmerung zu reflectiren, bestimmt ARAGO[1] zu 58916 Meter oder, die geographische Meile zu 7420 Meter angenommen, zu 7,92 Meilen. Versuche mit unreifen Früchten über die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der Atmosphäre sind von Th. de SAUSSURE[2] bekannt gemacht. Ausführliche Untersuchungen über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft sowohl im Freien als auch in eingeschlossenen Räumen, unter der Aufsicht von DUMAS, hat FELIX LEBLANC angestellt[3]. POGGENDORFF und LIEBIG[4] theilen folgende Bestimmungen mit. Ist der mittlere Barometerstand im Niveau des Meeres = 337,8 Lin. und die Dichtigkeit des Quecksilbers gegen Luft = 10467,5, so wäre die Höhe der überall gleich dichten Atmosphäre = 24555 par. Fuss, wofür man nach Abzug des Wasserdampfes u. s. w. 1 Meile = 22843 Fuss setzen kann. Ist dann der Halbmesser der Erde = 860 Mei-

---

1 L'Institut. 7me Ann. N. 267. p. 43.

2 Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. 1821. T. I. p. 245.

3 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 223.

4 Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. Lief. IV. Art. Atmosphäre.

Digitized by Google

len, so beträgt die Luft 9307500 Kub. Meilen oder einen Kubus von 210 Meilen, und die 21 pc. Sauerstoffgas 1954570 Kub. Meilen oder einen Kubus von 125 Meilen Seite. Verzehrt ein erwachsener Mensch in 24 Stunden 26,04 Kub. Fuss Sauerstoffgas, so verzehren 1000 Millionen in 1 Jahre 0,7975 Kub. Meilen, und die vorhandene Menge würde für 2451000 Jahre ausreichen. Betrügen die übrigen Consumtionen des Sauerstoffgas hundertmal so viel, so würde erst nach 1000 Jahren 1 pc. verloren sein. Ob also der Ersatz durch Pflanzen stets genau der gesammten Consumtion gleich und die Menge der vorhandenen Kohlensäure stets unveränderlich ist, kann kaum überall, mindestens nur durch tausendjährige Analysen ermittelt werden.

Dumas hat neuerdings in Verbindung mit einigen Gelehrten die Analyse der Luft zum Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gemacht und dabei statt der Messungen die Wägungen gewählt. Hierzu dienten Ballons und kupferne Röhren, deren Inhalt genau bestimmt wurde und die dann gewogen wurden. Die Röhren waren mit metallischem, durch Wasserstoff reducirtem Kupfer gefüllt; sie wurden dann zum Rothglühen erhitzt und beim Durchströmen der Luft absorbirte das Metall das Sauerstoffgas, so dass reines Stickgas in den Ballon kam, die Gewichtszunahme der Röhren aber den Sauerstoffgehalt angab. Drei Versuche, welche er nebst Boussingault mit Luft aus dem Jardin des plantes anstellte, gaben 23,010 Sauerstoffgas und 76,990 Stickgas, oder in runder Zahl 23 Sauerstoffgas und 77 Stickgas dem Gewicht nach. Wird dieses nach den Bestimmungen der Dichtigkeit beider Gase durch Berzelius und Dulong auf das Volumen reducirt, so würde $\frac{23,00}{1,1026} + \frac{77}{0,976} = 20,86 + 78,89 = 99,75$ statt $= 100$ seyn, woraus also hervorgeht dass diese Dichtigkeitsbestimmungen nicht richtig seyn können. Sie suchten daher diese Grössen durch die genauesten Wägungen zu berichtigen und erhielten für das Sauerstoffgas 1,1057 und für das Stickgas 0,972, wonach also, wenn die in den ersten Versuchen erhaltenen mittleren Bestimmungen selbst genommen werden, $\frac{23,01}{1,1057} + \frac{76,99}{0,972} = 20,81 + 79,19 = 100$ kommt. Um zu ermitteln, wie weit diese Grösse durch meteorische Einflüsse sich verändert, stell-

Digitized by Google

ten sie nach anhaltendem Regen abermals eine Reihe von Versuchen an, und fanden den Sauerstoffgehalt = 23,015, also nicht um den tausendsten Theil verändert. Um den Einfluss der Höhe zu ermitteln, dienen die Versuche von BOUSSINGAULT in America, welcher den Gehalt des Sauerstoffgas nach Volumen in 2650 Met. Höhe = 20,65; in 1323 Met. = 20,77 und in 548 Met. = 20,77, im Mittel = 20,70 fand, und von BRUNNER auf dem Faulhorn[1], wonach das Gewicht des Sauerstoffgas 23,010 beträgt. Hieraus ergiebt sich also, dass das Mischungsverhältniss der Atmosphäre sich in dem Zeitraume seit den ersten genauen Analysen nicht geändert hat und dass die Höhe keinen Einfluss darauf äussert[2]. Versuche, welche gleichzeitig mit gleichen Apparaten zu Paris, Genf und auf dem Faulhorn angestellt wurden, führten gleichfalls zu dem Resultate, dass das Mischungsverhältniss der atmosphärischen Luft sich bis zu 2700 Meter Höhe nicht ändert[3].

Später veranlasste DUMAS Versuche an verschiedenen Orten und der grösseren Uebereinstimmung wegen sämmtlich mit den von ihm in Vorschlag gebrachten Apparate. Dahin gehören vorerst die zu Genf, wo v. MARIGNAC gleiche Zusammensetzung als zu Paris fand, und zu Kopenhagen, wohin sein Schüler LEWY reiste und eine Menge Analysen vornahm. Am letzteren Orte zeigte sich die nämliche Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, welche zu Paris gefunden war, als sie in 35 Fuss Höhe an der Küste aufgefangen wurde, wohin sie durch einen Seewind geführt war; die auf offener See dicht über den Meeresspiegel genommene war dagegen ärmer an Sauerstoffgas, und zwar in folgendem Verhältniss: zu Kopenhagen 22998; an der Küste 23016; über dem Meere 2257[illegible]. LEWY[4] stellt die Resultate zusammen, die durch DUMAS und BOUSSINGAULT zu Paris, BRUNNER zu Bern und auf dem Faulhorn, STAS zu Brüssel, MARIGNAC zu Genf, VERVER zu Gröningen und ihn selbst zu Kopenhagen gefunden wurden, und die geben im Mittel in 1000 Theilen

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXI. S. 1.

2 Compt. rend. T. XII. p. 1005. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. III. p. 257. Im Auszuge in Poggend. Ann. Bd. LIII. S. 391.

3 L'Institut 1841. 9me Ann. N. 404.

4 Comptes rend. T. XIV. N. 71. p. 382.

Digitized by Google

Ort.	Sauerstoffgas.	Stickstoffgas.
Paris	230,0	770,0
Brüssel	230,6	769,4
Genf	229,8	770,2
Bern	229,5	770,5
Faulhorn	229,7	770,3
Gröningen	229,9	770,1
Kopenhagen	230,1	769,9

Diese Resultate sind um so beweisender, da sie zu verschiedenen Zeiten und bei ungleicher Witterung erhalten wurden, jedoch ist der Unterschied zwischen Brüssel und dem Faulhorn, wo die gleiche Methode angewandt wurde, grösser als man erwarten sollte. Lewy analysirte in 5 Versuchsreihen die Luft zu Kopenhagen vom 17. Nov. bis 22. Dec. bei sehr verschiedener Witterung und erhielt aus allen im Mittel 230,16 Th. Sauerstoffgas in 1000 Theilen, mit Differenzen, die zwischen den Extremen 229,8 und 230,4 liegen; drei Analysen der Luft zu Helsingör gaben im Mittel 230,37. Vorzugsweise aber verdienen diejenigen Resultate beachtet zu werden, welche aus den Analysen der über der Nordsee im August 1841 und im Mai 1842 aufgefangenen Luft hervorgingen, weswegen es angemessen scheint, die wesentlichsten Bedingungen anzugeben.

Tag.	Zeit.	Wind.	Wetter.	Abstand vom Lande.	Sauerstoffgehalt.
2. Aug.	1h 15′	ONO.	bedeckt	18 Lieues	226,2
3. —	13 15	NO.	schön	30 —	225,8
3. —	22 45	N.	schön	34 —	226,1
4. —	20 30	S.	schön	4 —	225,9
22. Mai	21 30	SO.	bedeckt	4 —	230,9
23. —	6 45	S.	schön	27 —	231,2
24. —	1 0	SO.	bedeckt	28 —	231,0
24. —	20 0	SW.	bedeckt	15 —	232,3
25. —	4 0	OSO.	bedeckt	15 —	230,4

Sollten die Unterschiede als Versuchsfehler gelten, so müsste man die ganze Methode verwerfen, und obendrein wurden die Analysen der im Mai aufgefangenen Luft zu Paris unter den

Digitized by Google

Augen und mit Beihülfe von DUMAS angestellt. Zur Erklär der Anomalie beruft LEWY sich auf das Zeugniss von MORRE wonach gewisse kleine Wasserthierchen die Kohlensäure z setzen und Sauerstoffgas produciren sollen, und solche Th chen, meint er, könnten dann in grosser Masse vorhanden se Allein nicht zu gedenken, dass eine hierzu erforderliche S gnation der Luft bei so geringer Entfernung von der Ki des Windes wegen undenkbar ist, muss insbesondere grosse Unterschied der beiden letzten, demselben Tage zuge rigen Resultate auffallen, wobei bloss die veränderte Windri tung als bekannte Bedingung sich herausstellt. Ausser theilt LEWY noch 7 Analysen der Luft auf der Insel Guadelo mit, welche vom 20. bis 29. Nov. in grossen Ballons das aufgefangen und zu Paris untersucht wurde. Die Sauerst gasmengen betrugen 226,8; 228,5; 230,0; 230,3; 230,4; 2 und 231,4. Auch hier zeigen sich bedeutende Abweichun und aus der Gesammtheit der Resultate wird daher gefol dass das Mengungsverhältniss der atmosphärischen Luft var auf dem Lande zwar so wenig, dass die Unterschiede u merklich auffallen, auf der See aber bedeutend; es scheinen d nach weiter fortgesetzte Analysen, namentlich der Luft weiten Meeren, sehr wünschenswerth[2].

Auch den Kohlensäuregehalt fand LEWY namentlich auf G deloupe sehr veränderlich, wovon die nächste Ursache in Exhalationen der Vulcane liegen soll. Dagegen ergaben z reiche Analysen, welche BOUSSINGAULT mit der Luft in P und mit der auf dem Lande anstellte, einen durchaus unbe tenden Unterschied des Kohlensäuregehalts, welchen e Mittel = 0,0397 angiebt[3]. Spätere von BOUSSINGAULT LEWY zu gleichen Stunden und mit gleichen Apparaten Paris neben dem Collège de France und auf dem Land Andilly unweit Montmorency angestellte Versuche ergaben Paris 0,03190 und für Andilly 0,02989[4].

Atmosphäre der Sonne. I. 506. des Mondes. 509. VI. der Planeten. I. 514. der Venus. IX. 1649.

---

1 Ann. Chim. et Phys. 3me Sér. T. I. p. 456.

2 Compt. rend. T. XVII. N. 6.

3 L'Institut. 1841. N. 399. Ann. de Chim. et Phys. 3me T. VIII. p. 425.

4 Compt. rend. T. XVIII. p. 473. L'Institut. 12me Ann. N. 534.

Digitized by Google

Atmosphäre der Nerven. I. 439.
Atmosphärenwirkung, elektrische. III. 298.
Atmosphärologie. S. **Meteorologie.** VI. 1817.
Atmothermometer. IX. 897.
Atom. Atome des EPIKUR. VI. 1396. der Neueren. 1437. 1468. VII. 891. AVOGADRO's thermische. X. 812.
Atomenlehre. ältere. IX. 2034. neuere. 2035.
Atomgewicht. IX. 1889. absolutes und relatives. 1891 ff. Verhältniss zum specifischen. 1922. Verhältniss der Atomgewichte zur specifischen Wärme. X. 763. 781. 793. 805. 813. 817.
Atomistiker, im Gegensatz der Dynamiker. II. 712. VI. 1437.
Atropin. IX. 1715.
Attraction. S. **Anziehung.** I. 321.
Aufbrausen. IX. 2013.
Auffangestangen der Blitzableiter. I. 1044.
Aufgang der Gestirne. I. 516. IX. 80. 1580. heliakischer. I. 517. kosmischer. 519. akronyktischer. 519. poetischer. 517.
Auflösbarkeit, durch Wärme vermindert. IX. 1983. X. 971.
Auflösung. I. 522.
Aufsteigen des Saftes der Pflanzen. II. 53.
Aufsteigung, gerade. I. 119. 129. 522. schiefe. 526.
Aufthauen des Eises. III. 127. X. 941.
Auge. I. 527. Muskeln desselben. 529. Häute; Sclerotica und Hornhaut. 530. Gefässhaut, Aderhaut. 531. schwarzes Pigment. 532. Kakerlaken, Albinos. 532. 535. Strahlenband. 533. Pupille. 533. Beweglichkeit derselben. 537. Iris. 534. 535. Nervenhaut. 541. Kreuzung und Halbkreuzung des optischen Nervs. 541. Centralloch der Nervenhaut. 543. Feuchtigkeiten desselben; wässerige. 545. krystallene. 546. Morgagni'sche. 548. Glasfeuchtigkeit, Glashaut. 549. lichtbrechende Kraft der Theile des Auges. 552. Nachtrag s. **Sehen.** VII. 743.
Auge, künstliches, von ADAMS. IV. 1411.
Augenentzündungen, durch Elektricität geheilt. III. 405.
Augenknoten. I. 535.
Augenmass. IV. 1448. 1450.
Augenschwarz. IX. 1720.
Augenstern. I. 533.
Augentäuschungen. IV. 1452.
Auripigment. I. 399.
Ausdehnung. Das Ausgedehntseyn nach drei Dimensionen. I. 553. allgemeine Eigenschaft der Materie. VI. 1427.
Ausdehnung der Körper. I. 554. durch mechanische Gewalt. 555. durch Kälte. 556. durch Wärme. 557. fester Körper. 559. mit der Temperatur wachsend. 571. 578. lineare, quadratische, kubische. 580. eines Ringes. 581. dient zum Messen der Wärme. 579. allgemeine Tabelle der Ausdehnung fester Körper. 582. Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten. 585. ist ungleichmässig. 586. Einfluss der Ge-

Digitized by Google

fässe auf ihre Messung. 587. des Quecksilbers. 589. 597. des Wa
sers und Zusammenziehung über dem Gefrierpuncte. 601. Form
zur Berechnung seiner Ausdehnung. 609. IV. 1490. des Weingei
nach Tralles. I. 617. nach de Luc. 618. nach Paucker. 61
des Olivenöls. 624. des Kamillenöls. 624. des Serpoletöls. 625. d
Salzsoole. 625. Ausdehnung der elastischen Flüssigkeiten. 625. na
Dalton und Gay Lussac. 632. 642. nach Flaugergues. 637.
höheren Temperaturen und bei wachsendem Druck. 639. Dalto
sche Theorie der Ausdehnung. 640. deren Prüfung durch Gay-Lu
sac, Flaugergues, Dulong und Petit. 640. 641.

Nachtrag. Ausdehnung durch Wärme. X. 880. fester Körp
887. des Glases. 889. der Legirungen. 897. Tabelle dieser Au
dehnungen. 897. ungleiche der Krystalle. 899. der tropfbaren Fl
sigkeiten; des Wassers. 902. Tabelle dieser Ausdehnung. 914. d
Seewassers. 918. des Weingeists. 920. sonstiger Flüssigkeiten. 9
der Gase. 932. Rudberg's neue Bestimmungen. 933—936. Park
Versuche. 937.

Zus. Dass die Ausdehnung der festen Körper gleichf eine zunehmende sei, worauf mich Kämtz seiner Zeit du briefliche Mittheilungen aufmerksam machte, geht selbst a den sehr genauen Messungen Horner's (Bd. I. S. 575) herv insofern sich die Zunahme schon zwischen den beiden fes Puncten des Thermometers zeigt. Für Kupfer z. B. wü die Länge L für t Grade nach R.

$$L = 1{,}00002136\ t$$

seyn; nehmen wir aber an, es sey nach Young's For $L = 1 + at + bt^2$, so geben die Beobachtungen

$$L = 1 + 0{,}0000208066\ldots t + 0{,}000000008\ t^2$$

mit weit geringeren Fehlern, als bei der Annahme einer gleichm sigen Ausdehnung. Mit Ausschluss der Beobachtung für 20° wü

$$L = 1 + 0{,}00002069494\ t + 0{,}00000000987\ t^2$$

seyn, wonach die Zunahme vom Nullpuncte bis zum Siedeput des Thermometers 0,001718763 mit Dulong's und Pet Messung (Bd. X. S. 898) völlig übereinstimmend wäre. N auffallender zeigt sich dieses beim Zink, wie aus der star Ausdehnung dieses Metalls ohnehin schon wahrscheinlich w Es ist nämlich für die beiden zum Messen dienenden Zi stangen a und b:

$$L = 1 + 0{,}00003438125\ t + 0{,}0000000240625\ t^2$$
$$L = 1 + 0{,}00003506335\ t + 0{,}0000000204400\ t^2$$
$$\text{Mittel}\ \ 1 + 0{,}00003472230\ t + 0{,}0000000222512\ t^2.$$

Hiernach wäre die Ausdehnung des Zinkes vom Nullpu

bis zum Siedepuncte des Thermometers = 0,00292019168. Da aber das Product des zweiten Theils der Gleichung bei 80° R. schon in die vierte Decimalstelle fällt, so ergiebt sich hieraus, dass es zur Erhaltung genauer Resultate zweckmässig seyn würde, die Ausdehnung namentlich des Zinks nach der Formel zu berechnen, obgleich beim Glase und bei den minder ausdehnbaren Metallen kein merklicher Unterschied vorhanden seyn wird, wenn man auf die Zunahme der Ausdehnung durch Wärmegrade, die innerhalb der festen Puncte des Thermometers liegen, keine Rücksicht nimmt.

Rudberg's Versuche erregten grosses Aufsehn, weil das erhaltene Resultat ein lange als festbegründet geltendes Gesetz umstiess. Dieser Umstand bewog Magnus im J. 1840 zu einer neuen Prüfung. Bei der ersten Reihe von 8 Versuchen nach der zweiten von Gay-Lussac befolgten Methode fand er den Ausdehnungscoefficienten der Luft zwischen den beiden festen Puncten des Thermometers = 0,36930, und bemerkt dabei zugleich, dass Gay-Lussac den die Luft enthaltenden Apparat in siedendes Wasser getaucht habe, wonach also durch den Einfluss des Gefässes auf den Siedepunct des Wassers der Ausdehnungscoefficient wohl zu gross ausfallen konnte. Eine zweite Reihe von 19 Versuchen wurde mit einem sorgfältig ausgeführten, dem von Rudberg angewandten sehr ähnlichen, Apparate angestellt. Hiermit fand er die Ausdehnung des Quecksilbers, die von Dulong und Petit = 0,0154321 gefunden worden ist, aus Rudberg's Resultaten = 0,015454 und aus seinen eigenen = 0,0154424, wenn der Siedepunct des Wassers bei 0,76 Met. Luftdruck bestimmt ist. Die kubische Ausdehnung des Glases, die durch Dulong und Petit = 0,0025839 gefunden worden ist, von Rudberg aber (für das härtere Kaliglas) = 0,002285, fand er für das Kali und Natron zugleich enthaltende Glas = 0,002547. Als mittlere Resultate erhielt er für die Ausdehnung der atmosphärischen Luft aus 8 Versuchen 0,366508; des Wasserstoffgas aus 4 Versuchen 0,365659; der Kohlensäure aus 4 Versuchen 0,369087 und der schwefligen Säure aus 3 Versuchen 0,385618. Die für trockne atmosphärische Luft erhaltene Grösse von 0,366508 ist an sich schon grösser, als die von Rudberg gefundene, und wächst noch, wenn man in Rechnung bringt, dass Letzterer den Siedepunct des Wassers bei 0,76 Met. Luftdruck, Magnus dagegen

Digitized by Google

bei 28 par. Z. bestimmt. Der Gleichheit wegen müsste der let tere auf 28 Z. 0,905 Lin. reducirt werden, unter welche Drucke der Siedepunct 100°,075 betragen würde. Die gefu dene Grösse hiernach mit 1,00075 multiplicirt wird = 0,36678 Welche Ursache den Unterschied der Resultate beider Exper mentatoren hervorgebracht haben möge, suchte MAGNUS verg bens aufzufinden [1].

Etwas später, jedoch ohne von den eben beschriebenen Ve suchen Kenntniss zu haben, stellte auch VICTOR REGNAULT mehre Versuchsreihen an, um die wichtige Frage zu entscheiden. B der ersten Reihe von 14 Versuchen bediente er sich ein ähnlichen Apparates, als der von dem schwedischen Physik gebrauchte war, jedoch wählte er statt der Kugel cylindrisc Röhren von 25 bis 30 Millim. Durchmesser und 110 Milli Länge, die gegen 1000 Grm. Quecksilber fassten, füllte diese n trockener Luft, brachte sie im Wasserdampfe zur Siedehit schmolz ihre feine Spitze zu, und öffnete sie dann nach de Erkalten in schmelzendem Schnee unter Quecksilber. Die B rechnung ergab als mittleres Resultat 0,36623 zwischen den E tremen von 0,36689 und 0,36549. Die Abweichung von RUDBER Resultate leitet REGNAULT davon ab, dass beim Abbrechen d Spitze unter dem Quecksilber etwas Luft von der Zange den Behälter gedrungen seyn möge, was er selbst vermied, dem er die Spitze vorher ritzte und die Zange zum Abbrech dann etwas unter dieser geritzten Stelle ansetzte. Zu ei zweiten Versuchsreihe von 18 Versuchen diente eine gro Kugel von gegen 400 Kubikcentimeter Inhalt mit einer la gen genau calibrirten Röhre. Durch Füllen mit Quecksil und Auskochen desselben wurde der Inhalt dieses Appara gefunden, und die Capillardepression durch Einsenken ei Stückes der nämlichen Röhre in Quecksilber und Messung Niveau-Unterschiedes. Nach diesen vorläufigen Bestimmungen k die frühere Methode wieder in Anwendung. Das zwischen 0,36 und 0,36708 liegende Mittel aller 18 Versuche war 0,366 von dem zuerst erhaltenen wenig abweichend. Zu einer drit Reihe von Versuchen diente ein dem von RUDBERG gebrauch nachgebildeter Apparat, bei welchem der die Luft enthalte

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 1.

Digitized by Google

Behälter aus einem Cylinder von 35 Millim. Durchmesser und 170 Millim. Länge mit einer angeschmelzten Thermometerröhre bestand. Drei hiermit angestellte Versuche gaben im Mittel 0,36679, doch hält REGNAULT diese Methode für minder geeignet. Für eine vierte Versuchsreihe wurde wieder eine grosse Kugel mit einem langen angeschmolzenen Thermometerrohre gewählt, und die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Luft für den Temperaturunterschied zwischen den beiden festen Puncten des Thermometers aus ihrer vermehrten oder verminderten Elasticität bestimmt. Das gefundene Mittel aus 6 Versuchen war 0,3665, das Mittel aus allen Versuchsreihen ist 0,3664625, wofür in runder Zahl 0,3665 angenommen wird. Wollte man statt dessen nach BABINET'S Vorschlage 0,3666... nehmen, so wäre dieses $= \frac{11}{30}$ zur Berechnung sehr bequem.

REGNAULT entschloss sich, die Ausdehnungscoefficienten von zehn andern Gasen aufzusuchen, allein zwei von diesen, des Sauerstoffgas und des Ammoniakgas, gaben keine genügenden Resultate, weil sie sich zum Theil mit dem Quecksilber verbanden. Die Ausdehnungen der andern acht Gase waren: des Stickstoffgas = 0,36682; des Wasserstoffgas = 0,36678; des Kohlenoxydgas = 0,36667; der Kohlensäure = 0,36896; des Cyangas = 0,36821; des Stickstoffoxyduls = 0,36763; der schwefligen Säure = 0,36696; des Chlorwasserstoffgas = 0,36812. Da die hier gefundenen Ausdehnungen grösser sind, als die der atmosphärischen Luft, und dieser Unterschied nicht aus dem Umstande erklärbar wird, dass einige dieser Gase sich leichter zu tropfbaren Flüssigkeiten condensiren lassen, indem das am leichtesten tropfbar-flüssige, schwefligsaure Gas keine merklich grössere Ausdehnung zeigt, durch diese Resultate daher das von GAY-LUSSAC aufgestellte allgemeine Gesetz der gleichen Ausdehnung aller Gase umgestossen wird, so hielt REGNAULT es für nöthig, einige der Versuche mit dem für atmosphärische Luft zuletzt angewendeten Apparate zu wiederholen. Hierbei fand er für Kohlensäure 0,36844 und 0,36856; für Stickstoffgas 0,36701 und 0,36749, mit den zuerst gefundenen Resultaten genau übereinstimmend. Indem aber dieser Apparat verstattete, die zu prüfenden Gase einem grösseren, als dem mittleren atmosphärischen Drucke auszusetzen, und demnach zu prüfen, ob ein vermehrter Druck die Ausdehnung

Digitized by Google

bedinge, so wählte er hierfür das schwefligsaure und das koh lensaure Gas und erhielt hierfür folgende Resultate:

1) Schwefligsaures Gas gab

bei 0° unter dem Druck:	bei 100° unter dem Druck:	Ausdehnungs-Coefficient:
545,67 Millim.	742,08 Millim.	0,36689
742,49 —	1010,49 —	0,36777
772,28 —	1052,14 —	0,36907
901,06 —	1234,35 —	0,37413

2) Kohlensaures Gas gab

bei 0° unter dem Druck:	bei 100° unter dem Druck:	Ausdehnungs-Coefficient:
554,89 Millim.	556,52 Millim.	0,36831
555,47 —	757,54 —	0,36857
758,47 —	1034,47 —	0,36846
759,10 —	1034,10 —	0,36866

Diese Resultate weichen nur unmerklich von dem unt mittlerem Luftdrucke gefundenen ab, als aber ein noch stär kerer Druck angewandt wurde, nämlich 901,09 Millim. bei 0 und 1230,37 Millim. bei 100°, so fand sich der Ausdehnung coefficient = 0,36943, woraus also hervorgeht, dass die Aus dehnung bei stärkerem Drucke wächst [1].

Regnault setzte seine Untersuchungen fort, hauptsächli um den Einfluss zu ermitteln, welchen der Druck, unter we chem sich die Gase befinden, auf ihre Ausdehnung ausüb Hierbei bediente er sich des zuletzt angewandten Apparat und erhielt, wenn wir uns an die Hauptresultate halten, unt Voraussetzung der Richtigkeit des Mariotte'schen Gesetzes fo gende mittlere Werthe.

1) Für atmosphärische Luft:

bei 0° unter dem Druck:	bei 100° unter dem Druck:	Ausdehnungs-Coefficient:
109,27 Millim.	149,31 Millim.	0,36482
174,36 —	237,17 —	0,36513
266,06 —	395,07 —	0,36542
374,67 —	510,35 —	0,36587

1 L'Inst. 10me Ann. N. 423. p. 41. N. 435. Compt. rend. T. XI N. 5. p. 203. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. IV. p. 5. Pogge dorff Ann. Bd. LV. S. 141. 391. 557.

Digitized by Google

bei 0⁰ unter dem Druck:	bei 100⁰ unter dem Druck:	Ausdehnungs-Coefficient:
375,23 Millim.	510,97 Millim.	0,36572
760,00 —	760,00 —	0,36650
1678,40 —	2286,09 —	0,36760
1692,53 —	2306,23 —	0,36800
2144,18 —	2924,04 —	0,36894
3655,56 —	4992,09 —	0,37091

2) für Kohlensäure:

bei 0⁰ unter dem Druck:	bei 100⁰ unter dem Druck:	Ausdehnungs-Coefficient:
758,47 Millim.	1034,54 Millim.	0,36856
901,09 —	1230,37 —	0,36943
1742,73 —	2387,72 —	0,37523
3598,07 —	4759,03 —	0,38598

Hieraus ergiebt sich, dass allerdings die Grösse der Ausdehnung für gleiche Wärmegrade bei der atmosphärischen Luft mit der Dichtigkeit in einem gewissen Verhältnisse wächst, bei der Kohlensäure aber in einem noch weit grösseren.

An diese Untersuchungen schliessen sich die andern über die Ausdehnung der verschiedenen Gase unter gleichbleibendem Drucke. Um letzteren zu erhalten, bediente sich Regnault eines Apparates, welcher dem durch Pouillet erfundenen Luftpyrometer nachgebildet war, und behielt übrigens die Methode bei, das mit trocknem Gase gefüllte Gefäss durch umgebendes gestossenes Eis auf 0⁰ C. zu erkälten und dann durch die Dämpfe des siedenden Wassers auf 100⁰ zu erwärmen. Auf diese Weise erhielt er folgende Bestimmungen des Ausdehnungscoefficienten:

Atmosphärische Luft	0,36706
Wasserstoffgas	0,36613
Kohlenoxydgas	0,36688
Kohlensäure	0,37099
Stickstoffoxydul	0,37195
Cyan	0,38767
Schweflige Säure	0,39028

Als allgemeine Resultate gehen hieraus hervor, dass sich nicht alle Gase gleichmässig ausdehnen, die Grösse der Ausdeh-

nung aber mit der Dichtigkeit derselben in einem gewiss Verhältnisse wächst[1].

Suchen wir aus diesen schätzbaren Bemühungen die fi die Wissenschaft höchst wichtigen Resultate zu gewinnen, s findet sich zwischen den durch Magnus und Regnault au zahlreichen und höchst sorgfältigen Versuchen entnommenen Be stimmungen eine solche Uebereinstimmung, dass die durc Rudberg gefundene dadurch nothwendig an Gewicht verliere muss. Legen wir daher den ersteren ein gleiches Gewicl bei, so ist für trockne atmosphärische Luft bei gleichbleiben dem Drucke der Ausdehnungscoefficient für den Temperatu unterschied zwischen den beiden festen Puncten des Ther mometers

nach Magnus	=	0,366782
nach Regnault I.	=	0,366463
nach Regnault II.	=	0,367060
Mittel	=	0,366768

und wir dürfen daher immerhin 0,36666... oder nach Babine $\frac{11}{30}$ als höchst genäherte Bestimmung annehmen. Ausserde haben wir für Wasserstoffgas

nach Magnus . . .	=	0,365659
nach Regnault . .	=	0,366130
Mittel	=	0,365895

so dass also dieses Gas sich nahe gleich der Luft ausdeh und unmerklich abweichend für beide die nämliche Bestimmun gelten kann. Für Kohlensäure haben wir

nach Magnus . .	=	0,369087
nach Regnault	=	0,370990
Mittel	=	0,370038

wofür 0,37 zu nehmen genügt. Für schweflige Säure

nach Magnus (erste Vers. Reihe) . .	=	0,385618
nach Magnus (zweite Vers. Reihe)	=	0,384400
nach Regnault . .	=	0,390280
Mittel	=	0,386766

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 52. Poggendo Ann. Bd. LVII. S. 115.

Digitized by Google

wonach unzweifelhaft die beiden letzteren zusammengesetzten Gase sich stärker als die einfachen ausdehnen. Für die übrigen Gase müssen vor der Hand die durch REGNAULT gefundenen Bestimmungen als hinlänglich genaue gelten.

Fragt es sich endlich, ob das eigentliche Gesetz der Ausdehnung gasförmiger Körper durch diese neuesten Versuche mit vollkommener Sicherheit aufgefunden sey, so sind zwar die Versuche nach der gewählten Methode in solcher Menge und mit so vorzüglicher Sorgfalt durchgeführt, dass auf dem gewählten Wege keine Verbesserungen in Aussicht stehen, dennoch aber lässt sich gegen die absolute Gültigkeit der erhaltenen Resultate ein Zweifel erheben, welcher mindestens einige Beachtung zu verdienen scheint. Bei allen Versuchen wird vorausgesetzt, dass die in den Gasbehältern eingeschlossene Luft durch den die Behälter umgebenden Wasserdampf die Hitze des letzteren, und durch das umgebende Eis die Temperatur des Gefrierpunctes annehme; allein Beides ist nicht erwiesen und analogen Erscheinungen nach sogar zweifelhaft. Bekanntlich wird Wasser in einem Gefässe nie zum Sieden gebracht, wenn man dasselbe in ein grösseres Gefäss mit siedendem Wasser setzt [1], und erhält also diejenige Temperatur nicht, welche ein hineingesenktes Thermometer dahin zu bringen vermag, den Siedepunct zu zeigen. Allerdings findet hierbei der wesentlich bedingende Umstand statt, dass dieses Wasser in einem zweiten besonderen Gefässe eingeschlossen ist, statt dass die Luft im ersten, den Wasserdämpfen unmittelbar ausgesetzten Behälter sich befindet; inzwischen hat die Erfahrung noch nicht dargethan, ob ein feines, in den so behandelten Luftbehälter eingesenktes Thermometer den Siedepunct und ebenso den Schmelzpunct des Eises wirklich zeigt, und doch würden wir nur diejenige Luftmasse bis zu diesen beiden Puncten erwärmt und erkaltet nennen, welche diese Wirkungen hervorzubringen vermöchte. Bei den Versuchen über die Ausdehnung der Gase fallen beide Fehler, wenn sie wirklich statt finden, zusammen und können daher die gefundenen Grössen allerdings merklich afficiren; vielleicht ist auch RUDBERG's Resultat deswegen zu klein, weil er die Behälter nicht hinlänglich lange der Einwir-

1 S. Wört. Bd. X. S. 1009.

Digitized by Google

kung der Dämpfe und des schmelzenden Eises ausgesetzt ha
Um diesen Zweifel zu beseitigen, stellte HOLTZMANN auf mein
Wunsch eine Reihe von Versuchen an, indem er in einem zu
Bestimmung des Siedepunctes der Thermometer dienend
Apparate feine Thermometer abwechselnd unmittelbar oder
einer Glashülle befindlich den Dämpfen des siedenden Wass
aussetzte. Es zeigte sich allerdings ein Unterschied, allein
war zu gering, als dass man die erhaltenen Bestimmung
danach zu verbessern gezwungen wäre.

Es ist gewiss nicht überflüssig, hiernach die Resultate an
zuführen, welche REGNAULT über die Ausdehnung des Glas
erhielt, indem die von verschiedenen Physikern gefundenen Be
stimmungen nicht unbedeutend von einander abweichen. M
Röhren von 25 bis 30 Millim. Durchmesser aus gewöhnlich
Glase wurden erhalten:

0,002714	0,002592	0,002583	0,002548
0,002576	0,002555	0,002537	0,002551
0,002601	0,002576	0,002544	0,002570,

die letzten fünf Bestimmungen mit der nämlichen Röhre. E
von ihm gebrauchtes Gewichtsthermometer gab neun Grösse
die zwischen 0,002557 und 0,002605 liegen, im Mittel ab
0,002575 betragen. Alle diese Werthe weichen nur unmerkli
von einander ab; um aber der Sache näher zu kommen un
insbesondere zu zeigen, dass verschiedene Glassorten sich wirk
lich ungleich ausdehnen, dass ferner auch der Umstand, ob da
nämliche Glas in grössern oder kleinern Kugeln oder Behält
geblasen ist, einen Einfluss äussert, und dass man vor alle
Dingen von der linearen Ausdehnung der Röhren nicht sich
auf die kubische der daraus geformten Gefässe schliess
dürfe, ermittelte REGNAULT durch Versuche folgende Bestin
mungen der kubischen Ausdehnung des Glases.

Glassorte und Form.	Ausdehnung.
Weisses Glas; Röhre	0,002648
Weisses Glas; Kugel, 46 Millim. Durchm. .	0,002592
Weisses Glas; Kugel, 33 Millim. Durchm. .	0,002514
Grünes Glas; Röhre	0,002299
Grünes Glas; Kugel, 36 Millim. Durchm. .	0,002132
Schwedisches Glas; Röhre	0,002363

Digitized by Google

Glassorte und Form.	Ausdehnung.
Schwedisches Glas; Kugel, 34 Millim. Durchm.	0,002441
Schwedisches Glas; Kugel, 32 Millim. Durchm.	0,002411
Hartes franz. Glas; Röhre	0,002142
Hartes franz. Glas; Kugel, 32 Millim. Durchm.	0,002242
Krystallglas; Röhre	0,002101
Krystallglas; Kugel, 39 Millim. Durchm. .	0,002330
Gebrauchter Ballon A.	0,002304
Gebrauchter Ballon C.	0,002349

Ein bestimmter Einfluss der Form geht hieraus nicht hervor, doch scheint bei der nämlichen Glassorte die Ausdehnung stärker zu seyn, wenn die Kugeln grösser, also die Hüllen dünner sind [1].

Eine gleich wichtige Untersuchung der beiden Physiker, welche sich um die Lösung des so eben betrachteten Problems so grosse Verdienste erworben haben, betrifft die Ausdehnung des Quecksilbers, wofür bisher stets die durch DULONG und PETIT aufgefundenen Bestimmungen als absolut genau galten, obgleich auch hiergegen nach der Umstossung des von GAY-LUSSAC aufgestellten Gesetzes nicht ganz unbegründete Zweifel erhoben wurden. REGNAULT [2] bediente sich zum Erhitzen der mit Luft und Quecksilber gefüllten Behälter eines Oelbades und setzte voraus, dass beide darin gleichzeitig die nämliche Temperatur annehmen würden, was indess nicht wohl der Fall seyn konnte. Die gefundenen Grössen übersieht man aus folgender Zusammenstellung:

Luftherm.	Quecksilberth.	Unterschiede.
0°	0°	0
50	50,2	0,2
100	100,0	0
150	150,0	0
200	200,0	0

1 Compt. rend. T. XIV. N. 5 ff. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. IV. p. 64. Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 584.

2 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 83. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 199.

Digitized by Google

Luftherm.	Quecksilberth.	Unterschiede.
250	250,3	0,3
300	301,2	1,2
325	326,9	1,9
350	353,3	3,3

Magnus bediente sich eines Kastens aus Eisenblech, we cher in drei gleiche, zunehmend grössere Kasten, jeder durc einen Zwischenraum von ½ Zoll vom andern getrennt, eing schlossen war. Dieser wurde durch zehn, aus einem gemei schaftlichen Gefässe gespeiste Weingeistlampen mit doppelte Luftzuge erhitzt, und weil in diesen der Weingeist durch grosse Hitze zu sieden begann, so war über ihnen ein Eise blech mit Löchern zum Durchlassen der Flammen horizont gelegt, unter ihnen aber ein Gefäss mit stets kalt erhalten Wasser gestellt. Im Innern des Kastens befand sich der Lu behälter nebst zwei Ausflussthermometern, die an beiden Seit hineingebracht waren, und zwei durch den Deckel herabgela sene gewöhnliche Thermometer. Für geringere Temperatur genügten 4 und 6 Lampen, und nur für die höchsten war alle 10 erforderlich; ein grosser Schirm aus Zinkblech endlic welcher auf dem horizontalen Bleche der Lampen ruhte, un schloss den ganzen Kasten nebst den Flammen, um die A kühlung desselben möglichst zu hindern, und hierdurch lie sich erreichen, dass der innere Kasten zwar erst nach einer h anderthalb Stunden die erforderliche Hitze erhielt, dann ab diese durch Moderirung der Lampen so lange behielt, bis al Apparate eine gleiche Temperatur angenommen hatten, worüb die durch den Deckel herabgelassenen Thermometer Auskunft g ben. Ungeachtet aller angewandten Vorsichtsmassregeln zeigten d einzelnen Versuche merkliche Abweichungen, die man aber dur Vereinigung derselben als ausgeglichen betrachten kann. Die En resultate übersieht man in nachfolgender Zusammenstellung:

Anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers.	Anscheinende Ausdehnung der Luft.	Ausdehnung der Luft nach Magnus.	Ausdehnung der Luft nach Dulong u. Petit.
100°	100°	100°	100°
150	148,07	148,74	148,70
200	196,34	197,49	197,05
250	242,97	245,39	245,05

Digitized by Google

Anscheinende Ausdehnung des Quecksilbers.	Anscheinende Ausdehnung der Luft.	Ausdehnung der Luft nach MAGNUS.	Ausdehnung der Luft nach DULONG u. PETIT.
300	291,16	294,51	292,70
330	316,94	320,92	—
360	—	—	350,00

MAGNUS findet mit Recht die ungemein genaue Uebereinstimmung der durch ihn selbst erhaltenen Grössen mit den durch DULONG und PETIT bekannt gemachten sehr auffallend, es ist aber erfreulich, dass die Resultate dieser Physiker durch die schätzbaren neuen Versuche eine unerwartete Bestätigung erhalten haben, mithin auch die durch sie gefundene Ausdehnung des Quecksilbers, die bei so vielen anderweitigen Bestimmungen in Anwendung gebracht wird, keiner Abänderung bedarf. Man hat das Gegentheil vermuthet, weil die französischen Physiker den durch GAY-LUSSAC gefundenen Ausdehnungscoefficienten der Luft als richtig annahmen und hiernach den Gang des Quecksilberthermometers reducirten; in den niederen Temperaturen haben sie indess den Gang des Luftthermometers und des Quecksilberthermometers unmittelbar mit einander verglichen, wobei dann die absolute Ausdehnung der Luft nicht direct in Betrachtung kam[1].

Ausdehnung des Eises beim Entstehen. III. 114. anderer Körper. X. 954.

Ausdünstung, so viel als Verdunstung. S. **Verdunstung.** IX. 1720.

Ausdünstung der Menschen. I. 643. Einfluss der Elektricität auf dieselbe. III. 283.

Ausfluss, gleichmässiger, des Wassers. I. 259. Abhängigkeit der Ausflussmengen von der Zusammenziehung der Wasserader, von den Ausflussröhren und der Temperatur. S. **Hydrodynamik.** V. 533 –545. theoretische Bestimmungen. 546.

Ausflüsse, elektrische. III. 326.

Auskochen der Barometer. I. 882. VI. 1850.

Zus. Das Auskochen der Barometer kam erst in Gang und wurde als dringend nothwendig empfohlen durch DE LUC[2].

Ausladeelektrometer. III. 648. 674. VIII. 538.

Auslader. I. 643. Henley'scher. 645. 952. von VAN MARUM. 953.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. VIII. S. 177. Vergl. **Thermometer.**

2 Recherches sur l'Atmosph. T. II. p. 342.

Ausschlag. Berechnung desselben beim Wägen. X. 25.
Australschein. S. **Südlicht.** VIII. 1230.
Austritt der Gestirne. I. 647. der Planeten aus der Sonnenscheibe. 6
Ausweichung. S. **Elongation.** III. 788.
Auswittern. I. 649.
Automat. I. 649. Schreibmaschine. 653. Sprachmaschine. 655. Scha maschine. 655. 658. KAUFFMANN's Trompeter. 659. VIII. 329. M ZEL's Automattrompeter. VIII. 329.
Auzometer für Fernröhre. I. 660.
Avoir du Poids Gewicht. VI. 1292. 1301.
Axe. I. 663. freie oder Hauptaxe. 666. der Planetenbahnen. 347. tations- oder Umdrehungsaxe. S. **Umdrehung.** IX. 1139 Axe der Erde, Wanken derselben. X. 1251.
Axe, magnetische; nach L. EULER. VI. 1034. nach MOLLWEIDE. 1 nach HANSTEEN. 1054. 1070.
Axen doppelter Brechung. I. 1166. 1184. der Krystallisation. V. 1 lichtpolarisirender Krystalle. IX. 1494.
Axendrehung. I. 665.
Azimuth. I. 669. V. 516. VI. 963.
Azimuthalcompass. II. 183.
Azimuthalkreis. IX. 727.

B.

Babylon. Umfang dieser Stadt. VI. 1225.
Bad, elektrisches. III. 392. Marienbad. X. 1009.
Bahn eines Planeten oder Kometen. I. 671. aus wenigen Beobac gen zu bestimmen. 691. gegebene bewegter Körper. 959. 965. radlinige. 952. krummlinige. 958. des Blitzes. 988. 1005. Bahn der Erde. III. 827. der Kometen. V. 917. der Himme per. X. 1491. Bahn geworfener Körper. S. **Ballistik.** I.
Balancier der Dampfmaschinen. II. 473. zur Wasserfühler 778. V. 1017.
Balancir-Elektrometer. VIII. 538.
Baldriansäure. IX. 1700.
Ballistik. I. 697. Schleudern. 697. Katapulten. 698. älteste nen. 698. Geschichte der Ballistik. 698 ff. Geworfene Körpe fangsgeschwindigkeit. 702. Formeln zu ihrer Berechnung Länge der Geschütze und Grösse der Ladung. 705. Abweich Geschosse von der verticalen Ebene. 722. Wirkungen ge Läufe. 725. Bahn lothrecht geworfener Körper im leeren Raum im lufterfüllten. 728. horizontal im leeren Raume. 731. im füllten. 734. in einem beliebigen Winkel geworfener im leere me. 738. im lufterfüllten. 742. Weite des Wurfes. 73 grösste erreichte Entfernung bei Cadix. 755. Vergl. **Wurfb gung.** X. 2123—2348.

Digitized by Google

Banco in den Ebenen America's. III. 1138.

Bandwurm. Tödtung desselben durch Elektricität. III. 405.

Barker's Mühle. II. 419. VII. 1186. S. **Mühle.**

Barometer; Baroskop; Luftwaage; Wetterglas. I. 759. Wasserbarometer. 760. Quecksilberbarometer. 761. Construction derselben nach DE LUC. 766. 776. nach CARTESIUS. 767. nach BITCHENS. 767. 769. HOOKE's Radbarometer. 772. PRONY's und MORLAND's an einer Waage. 773. MORLAND's schiefes. 774. JOH. BERNOULLI's gebogenes. 774. NAIRNE's Schiffsbarometer. 777. GAY-LUSSAC's. 777. 779. HORNER's. 784. FORTIN's. 787. AMONTONS's konisches und sonstige Schiffsbarometer. 790. verkürztes. 797. Verfertigung derselben. 799. Auskochen. 882*. Gefässcorrection 889*. Reduction der Scalen. 893*. Wärmecorrection. 898*. Capillardepression. 907*. selbstregistrirende. 911*. mittlerer Barometerstand im Niveau des Meeres. 914*. Veränderungen des Barometers. 919*. regelmässige Oscillationen. 921*. unregelmässige. 932*. Einfluss der Winde. 935*. der Niederschläge. 937*. des Mondes. 929*. der Sonne. 928*. Leuchten derselben. 940. III. 290—292.

Nachträge. S. **Meteorologie.** VI. 1835. Erfindung desselben und Anwendung zum Höhenmessen. 1835. Einrichtung. 1836. Capillardepression. 1838. vom Glase abhängig. 1847. Normalbarometer. 1839. BOHNENBERGER's. 1840. von PISTOR und SCHIEK. 1844. zu Wetterbeobachtungen geeignete. 1835. genauere Untersuchungen über Normalbarometer und Capillardepression. 1838—1851. Einfluss der Quecksilberdämpfe und Dauer der Barometer. 1852. Wasserbarometer. 1853. Differentialbarometer. 1854. Volumenbarometer. 1857. Correction der Scale für die Ausdehnung durch Wärme. 1858. regelmässige Barometeroscillationen. 1872. Zeiten derselben. 1873. und Grösse. 1881. Einfluss der Jahreszeiten. 1884. der Höhe. 1888. der geographischen Breite. 1891. Ursachen derselben. 1898. mittlerer Barometerstand unter verschiedenen geographischen Breiten. 1904. genau ermittelter zu Mannheim. 1914. isobarische Linien. 1938. Tabelle der nach den Breiten geordneten Barometerstände. 1939. wahrscheinliche Curve der mittleren Barometerstände. 1942. Einfluss der Sonne. 1945. absolute Grösse der unregelmässigen Schwankungen. 1946. monatliche mittlere Barometerstände. 1951. Unterschied zwischen Winter und Sommer. 1952. periodische Maxima und Minima. 1955. Einfluss der Temperatur. 1958. der Winde. 1960. 1969. barometrische Windrose. X. 2101. Zunahme der Schwankungen mit der Breite. VI. 1964. Tabelle hierüber. 1965. Einfluss der Hydrometeore. 1969.

Zus. Selbstregistrirende Barometer können nicht füglich den für solche Messungen erforderlichen Grad der Genauigkeit haben; inzwischen ist ein solches in Vorschlag gebracht worden durch BLACKADDER[1].

1 Philos. Trans. 1826. Wiener Zeitschr. T. II. p. 238.

Nach einer Angabe von DANIELL[1] soll bei Heberbaromet die Luft neben dem Quecksilber im kürzeren Schenkel vo in den längeren dringen, weswegen er vorschlägt, dieses du einen Ring von Platin an der Grenze des Quecksilbers im k zeren Schenkel zu verhindern. Indess haben andere Beobac die angegebene Thatsache nicht wahrgenommen, das vor schlagne Mittel aber ist auf jeden Fall wegen seines Einflu auf die Capillardepression unzulässig.

Eine gehaltreiche Abhandlung von KÄMTZ über die re mässigen barometrischen Oscillationen, welche der berliner A demie der Wissenschaften mitgetheilt wurde, ist mir noch n zu Gesicht gekommen[2].

Barometer, statisches. S. **Manometer.** VI. 1202.
Barometer, thermometrisches. IX. 963. V. 332.
Barometerprobe bei Luftpumpen. S. **Luftpumpe.** VI. 6
Barometerstand. S. **Barometer.** Verschiedenheit der B meterstände an horizontal von einander abstehenden Orten. V. Einfluss der Winde auf dieselben. 319.

Zus. Oft werden weit von einander entfernte Baro gleichzeitig afficirt, wie dieses PICTET aus den hohen Bar terständen zu London, Paris und Marseille dargethan hat

Als mittlere Barometerstände unter verschiedenen südl geographischen Breiten nimmt MAC HARDY[4] folgende an:

Von	0°	bis	5°	S.B.	335,6	par.	Lin.
—	5	—	15	—	335,5	—	—
—	15	—	25	—	336,7	—	—
—	25	—	35	—	337,8	—	—

Diese Beobachtungen sind auf jeden Fall kleiner, al von andern Beobachtern gefundenen, und zwar in einem so Grade, dass sie nicht wohl für genau gelten können.

A. ERMAN[5] hat seine bereits (Bd. VI. S. 1912. 192 erwähnten Beobachtungen im atlantischen und grossen O abermals zusammengestellt, woraus denn der Einfluss nicht

1 Ann. of Philos. N. L. p. 144.
2 L'Institut 1841. N. 398.
3 Biblioth. Brit. T. XLIV. p. 20.
4 FORBES in Report of the Brit. Assoc. for 1840.
5 Dessen Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland. Hft. 3. S. 365.

Digitized by Google

der Breite, sondern auch der Länge auf den mittleren Barometerstand in den verschiedenen Jahreszeiten deutlich hervorgeht. Es ist dann der auf 0⁰ R. reducirte mittlere Barometerstand auf beiden Halbkugeln in pariser Linien:

unter 0⁰	Breite	337,226	unter 25⁰	Breite	338,734
– 5	—	337,323	— 30	—	338,646
– 10	—	337,625	— 35	—	338,427
– 15	—	338,213	— 40	—	338,489
– 20	—	338,712	— 45	—	337,597.

Uebereinstimmend mit andern Angaben, wo nicht in Beziehung auf die absoluten, doch allerdings auf die relativen Grössen, nehmen also die Barometerhöhen vom Aequator an nach beiden Seiten hin zu, bis man an die äusseren Grenzen der Passate kommt, und noch etwas darüber hinaus; von da an nehmen sie wieder ab, zuerst langsam und meistens vom 50. Breitengrade an. Ausserdem ist der Barometerstand auf der nördlichen Halbkugel über dem atlantischen Oceane im Winter um 1,292, im Sommer um 1,796 Lin. höher, als über dem grossen Oceane, auf der südlichen aber im Sommer um 0,289 und im Winter um 1,583 Linien.

Barometrograph von CHANGEUX. I. 911°.
Baroskop. S. **Barometer.** I. 759.

Zus. **Barothermometer** nennt BODEUR ein von ihm construirtes Manometer, welches aber zusammengesetzter und minder brauchbar ist, als das ihm ähnliche Sympiezometer [1].

Barre. III. 61. VIII. 1217.
Barrel. Englisches Flüssigkeitsmass. VI. 1310.
Baryllion. I. 351.
Baryt. I. 941°.
Baryum. I. 941*.
Basalt. Felsart. III. 1096. Ursprung desselben. 1097. 1098. IV. 1269. IX. 2206. Schmelzung desselben. 591. Basalttuff. III. 1100.
Bascüle. S. **Waage.** X. 35.
Basis, Base. S. **Grundlage.** IV. 1649.
Bassorin IX. 1713.
Bathometer. Werkzeug, die Tiefe des Meeres zu messen. I. 942. VI. 1611. Apparat, um Wasser aus der Tiefe heraufzufördern. 1623.

Zus. Zwei sehr zweckmässig construirte Apparate, um Wasser aus geringeren oder aus grösseren Tiefen des Mee-

1 Bullet. de la Soc. géolog. T. IX. p. 342.

res und der Seen heraufzufördern, beschreibt DAV. STEVENS und nennt sie zweckmässig Hydrophore[1]. Man könnte auch Hydrobathophore nennen.

Battements. S. **Stösse.** VIII. 302.
Batterie, elektrische. I. 945°. aus Glastafeln. 950°. (Vergl. **Flasch** galvanische. IV. 825.
Bauchreden, Bauchredner. Aelteste Spuren. I. 954°. Ne Bauchredner; als CHARLES. 957°. 960°. COMTE. 958°. 960°. klärung. 959°.

Zus. Nach JOH. MÜLLER[2] entsteht der eigenthümli Ton des Bauchredens, wenn man die Lunge durch star Einathmen sehr mit Luft anfüllt, dann beim Ausathmen ganz enger Stimmritze durch Contraction der Brustwä während der Bauch aufgetrieben bleibt, die Töne hervorbri Mir scheint diese Erklärung ungenügend, da ich nicht eins wie Ausathmen und Aufgetriebenheit des Bauches gleichz bestehen können.

Baum. S. **Balancier.** II. 473.
Beatification. BOSE's elektrische. III. 416.
Becherapparat. VIII. 12.
Becken. Musikalisches Instrument. VIII. 249.
Bedeckung der Gestirne. I. 882.
Bendavales. Winde. VII. 1253.
Benzoësäure. IX. 1699.
Benzoyl. IX. 1705.
Beobachtung. I. 884. mit freien oder bewaffneten Sinnen. Vereinigung zu einem Gesetze. 891. Methode der kleinsten Qua 901. Vergl. **Versuch.** IX. 1813.
Bergbalsam. III. 1112.
Berge, Bergketten, Bergzüge. III. 1119. asiatische. africanische. 1122. europäische. 1123. americanische. 1124.
Bergkork absorbirt Gase. I. 107.
Bergkrystallmikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2181
Bergmilch absorbirt Gase. I. 108.
Bergschliff, Bergsturz. Verheerungen durch sie. IV. 1301.
Bernstein. Erreger der Elektricität. III. 1112. **Bernst säure.** IX. 1699.
Bertholimeter. IX. 90.
Berührungskreise bei Nebensonnen. S. **Hof.** V. 492.
Beryllium. IV. 1606.

---

1 Edinb. New Phil. Journ. N. LXIV. p. 388.
2 Handbuch der Physiologie der Menschen. Bd. II. S. 240.

Digitized by Google

Beschleunigung. I. 949.
Bestandtheile. I. 912. nähere und entferntere. 913.
Bette, elektrisches. III. 392.
Beugung. S. **Inflexion** des Lichts. V. 681. VI. 324. 350. nach der Undulationstheorie. IX. 1409.
Bewaffnung. S. **Armirung.** der Magnete. VI. 641.
Bewegung. I. 914. mittlere. 298. automatische. 660. wahre und scheinbare. 915. absolute und relative. 916. eigene und gemeinschaftliche. 919. Ursachen derselben. 920. zu bewegende Lasten. 925. Richtung. 926. durchlaufener Raum. 927. erforderliche Zeit. 928. Geschwindigkeit. 929. 947. bewegende Kräfte. 931. gleichförmige. 948. um eine feste Axe. 968. gleichmässig beschleunigte oder verzögerte. 948. ungleichmässig beschleunigte oder verzögerte. 950. Hindernisse. 971. Nachtrag. S. **Mechanik.** Theorie der Bewegung. VI. 1501. fortschreitende. 1528. 1540. drehende. 1532. einzelner Körper. 1559. durch Centralkräfte. 1566. allgemeine Gesetze derselben. 1572. rotirende und progressive. IX. 1168.
Bewegung der Erde in ihrer Bahn. III. 826. um ihre Axe. 828. eigene der Fixsterne. IV. 333.
Bewegung, drehende des Kampfers u. s. w. I. 203—207.
Bewegung der Flüssigkeiten und deren Gesetze. S. **Hydrodynamik.** V. 533. lineare. 557. in einer Ebene. 566. expansibeler Flüssigkeiten. S. **Pneumatik.** VII. 593.
Bewegung, elektrochemische. VIII. 67.
Bewegung. Wurfbewegung. S. **Wurfbewegung.** X. 2321. Vergl. **Ballistik.** I. 697.
Bewegung, allgemeine, auf die sich fast alle Naturerscheinungen zurückbringen lassen. IX. 1826.
Biegsamkeit. I. 972.
Bierwaage. I. 349. 353.
Bild. I. 973. 1214. bei sphärischen Hohlspiegeln. V. 509. 514. IX. 137. 143. farbiges gewöhnliches und ungewöhnliches bei der Polarisation. VII. 755. 757.
Bimsstein. Vulcanisches Product. III. 1101. IX. 2264. 2269.
Binocularteleskop. I. 977.
Bleiprobe. I. 977. III. 231. VI. 539. 613.
Bittererde. S. **Magnium.** VI. 1196.
Bittermandelöl. IX. 1705.
Bläschendampf. II. 285.
Blätterdurchgang der Krystalle. VI. 1437.
Bläue des Himmels. I. 501.
Bläuel oder **Pläuel** beim Krummzapfen. V. 1020.
Blase. Luftblasen im Eise. III. 111. im Glase. 175. sind den Wassertropfen vergleichbar. IV. 1016. **Luftblase.** VI. 456.
Blasebalg. S. **Gebläse.** IV. 1133.
Blaselampe. IV. 1149. VI. 90.
Blasenoxyd. IX. 1717.

Digitized by Google

Blasrohr zum Schiessen. X. 2132.
Blattgrün. IX. 1710.
Blausäure. V. 915. Dichtigkeit des Dampfes. II. 398.
Blei. I. 979. ist sehr unelastisch. III. 171. 178. Dampf desselben. 1099.
Bleibaum. S. **Metallbaum.** VI. 1816.
Bleiloth. S. **Nivelliren.** VII. 305.
Bleiwaage. S. **Wasserwaage.** X. 1267.
Blende (Zinkblende.) X. 2416.
Blendung des Auges. I. 533. der Fernröhre. 979. IV. 187.
Blendungsbilder. S. **Sehen.**
Blickfeuer. VI. 13.
Blitz, eine elektrische Erscheinung. II. 562. dessen Beschaffenhe… 981. Gewitterwolke als Magazin derselben. 989. Beschaffenheit… Bedingungen. 999. Verhalten beim Einschlagen. 1005. 1012. B… desselben. 988. 1005. 1012. Theilung. 1010. Ziel. 1011. B… schlag. 1013. Wirkung auf Menschen. 1015. auf gute Leiter. 1… auf schlechte. 1026. Platzungen. 1028. besondere Erscheinun… 1030. Schwefelgeruch. 1031. Sicherungsmittel dagegen. 1032. V… glasungen durch denselben. 1097.

Zus. In Gemäsheit der Vertheilung, welche die Wolke der Erde erzeugt, glaubt FARADAY, der Blitz gehe stets der Erde aus[1]. Allein aus seinen Vorstellungen von der V… theilung folgt dieses theoretisch nicht, und die Erfahr… giebt hierüber keine genügende Entscheidung. Ausführ… über den Blitz handeln ARAGO[2] und DUPREZ[3]. Ar… meint, die Länge des Blitzes lasse sich aus der D… des Donners messen, welche dem Unterschiede der … gleich sey, während welcher der Schall vom Anfange … Blitzes und seinem Ende zum Ohre des Beobachters gela… WEISSENBORN[4] versuchte die Länge des Blitzes aus dem W… kel zu messen, welchen die beiden Endpuncte im Auge … Beobachters bilden, wenn die Entfernung zugleich aus der … kannten Schallgeschwindigkeit gefunden ist; allein man w… nicht, welche Winkel die Linie des Blitzes mit dem beiden … Auge des Beobachters vereinten Linien bilden. Nach FARAD…

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 608.
2 Annuaire du bureau des longit. 1838. p. 249. 255. 257.
3 Mém. cour. et Mém. des Sav. étr. de l'Acad. R. des Sc. et Let. de Brux. T. XVI. p. 111.
4 Compte rend. T. IX. p. 218.
5 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XIX. p. 104.

Digitized by Google

hängt die Gestalt des Blitzes sehr von Täuschungen ab, die durch die zwischen ihnen und dem Auge des Beobachters befindlichen Wolken erzeugt werden.

Blitzableiter. I. 1035. offensive und defensive. 1039. aus Metallstreifen. 1044. Auffangestangen. 1044. mittlerer Theil derselben. 1055. unteres Ende. 1060. Verfertigung. 1063. aus Messingdraht. 1068. aus Eisenstangen. 1071. Einwendungen gegen diese drei Arten. 1079. Strohseilableiter. 1086. allgemeine Bemerkungen. 1089.
Blitzfänger. III. 410.
Blitzmesser. III. 407.
Blitzrad, Neef's. VI. 1187.
Blitzröhre. I. 1012. 1093. Fundorte. 1095. Entstehung. 1097.

Zus. In der Gegend von Blankenburg wurden an der Stelle, wo schon früher deren gefunden worden waren, im Jahre 1829 abermals mehrere Blitzröhren durch Veranstaltung des Oberbergraths Riebentrop ausgegraben, welcher zugleich eine vollständige Beschreibung derselben bekannt machte. Unter andern bestand eine aus einem etwa 6 Zoll langen obern Ende, aus welchem zwei Zweige ausliefen, der eine zuerst 9 Zoll lang und dann in fast horizontaler Richtung noch 7 Fuss 5 Zoll lang mit zwei Nebenästen. Der zweite Ast hatte bei 4 Fuss 10 Zoll einen über 2 Fuss langen Nebenast, lief dann noch 3 Fuss 4 Zoll weiter, hatte hier abermals einen Nebenast von 1 Fuss 6 Zoll Länge und wurde dann noch 9 Zoll weiter verfolgt. Die dunkelgraue Farbe der Röhren wurde mit der Tiefe weisser, es fanden sich verkohlte Pflanzenstoffe darin; merkwürdig aber war, dass einige schwärzliche Stellen stark auf die Magnetnadel wirkten, was der eisenhaltige Sand, aus dem sie gebildet sind, nicht thut, weswegen derselbe durch den Blitzstrahl desoxydirt seyn müsste, wenn anders die Veränderung nicht durch die verkohlten Vegetabilien herbeigeführt ist[1].

Blitzsinter. S. **Blitzröhre.** I. 1012.
Blöcke, erratische. S. **Fündlinge.** III. 1078. IV. 1297.
Blut. I. 1098. Bestandtheile. 1099.
Blut des heiligen Januarius. X. 989.
Blutlauge. V. 845.
Blutregen. S. **Regen.** VII. 1226.
Bock, bei Windmühlen. X. 2221.
Bodentemperatur. S. **Temperatur.** IX. 269. 358. 542.

1 Hartmann in Schweigg. Journ. Bd. LVII. S. 206.

Böschung. S. **Hydraulik.** V. 522.
Bohren des Glases mit einem Metallbohrer unter Aufgiessen von Te pentinöl. VI. 1014.
Bohrbrunnen. S. **Quelle.** VII. 1051.
Bomben, vulcanische. IX. 2265.
Bore, die (the Bore). Wasserbewegung. III. 61. VIII. 1217.
Bosphorus. Durchbruch desselben. IV. 1316.
Boussole. S. **Bussole.** II. 179.
Brachystochrone. I. 964. IV. 23. IX. 1621.
Bradley'sches Netz. S. **Mikrometer.** VI. 2168.
Brandeweinwaage. I. 349.
Brandrakete. I. 1101. Raketen von ROBIN. 1102. Schrapnel-B ben. 1105. Diese von ihrem Erfinder so benannten Bomben sind serne, mit 300 Bleikugeln gefüllte, welche beim Zerplatzen der B be aus einander geschleudert werden.
Brandschiefer. Felsart. III. 1088.
Brandung. I. 1109. VI. 1747.
Braunkohle. III. 1109.
Braunkohlensandstein. Felsart. III. 1091.
Braunstein. S. **Mangan.** VI. 1197.
Brechbarkeit der verschiedenen Farbenstrahlen. I. 1111 bis 11 VI. 292. v. GÖTHE's Einwendungen dagegen. I. 1122. Mittel Messens. 1124. FRAUNHOFER's Untersuchungen. 1125.
Brecher im Meere. I. 1109. VI. 1747.
Brechung des Lichts. I. 1127. VI. 289. allgemeine Gesetze. I. 11 Mittel des Messens. 1136. Erklärung der durch sie erzeugten P nomene. 1147. Hypothesen über ihre Ursachen. 1151. Tabelle Brechungsvermögens. 1159. 1161. Mischungsverhältniss der Kö daraus bestimmbar. 1164.
Brechung, doppelte. I. 1165. VI. 351. nach der Undulationsthe IX. 1474. gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochener Strahl. I. 11 Beschaffenheit dieser Strahlen. 1179. Bestimmung der Axen dop ter Brechung. 1184. Sonstige Erscheinungen an doppelt breche Krystallen. 1192. Vergl. VII. 697.
Brechung, doppelte, der Wärmestrahlen. X. 603. der unglei Wärmestrahlen. 915.
Brechungsaxe der Krystalle. I. 1181.
Brechungsebene. I. 1129. 1130.
Brechungskraft. I. 1159. absolute und relative. 1160. specifis 1161.
Brechungssinus. I. 1129.
Brechungsverhältniss. I. 1130. 1160.
Brechungsvermögen. I. 1159. 1161. des Flintglases. IV. 47
Brechungswinkel. I. 1129.
Brechweinstein. V. 843.
Breite, geocentrische. VIII. 604.

Digitized by Google

Breite, geographische. I. 214. 1196. III. 840. Bestimmungsmethode zu Lande. I. 1197—1201. zur See. 1201. auf Landreisen. 1202.
Breite der Gestirne. I. 1204. heliocentrische und geocentrische. 1204.
Breite, magnetische. VI. 1045. 1066. 1113.
Breitengrade der Erde. III. 935.
Breitengradmessungen. III. 843.
Breitengradparallaxe. S. **Parallaxe.** VII. 290.
Bremswerk bei Windmühlen. X. 2222. 2223.
Brennglas. I. 1205. IX. 139. vielzoniges. I. 1208.
Brennkraft als chemische Grundkraft. III. 369. als Gegensatz der Zündkraft. X. 89.
Brennkraftmesser. II. 23.
Brennkugel. I. 1211.
Brennlinie. I. 1211. katakaustische, diakaustische. 1212. V. 847. VI. 286.
Brennlinse. S. **Brennglas.** I. 1205. IX. 139. vielzonige. I. 1208.
Brennmaterial. Arten und Heizkraft derselben. S. **Heizung.** V. 141 ff. erforderliche Menge derselben zur nöthigen Erwärmung. 159. zur Erzeugung des Wasserdampfes. II. 480. (NB. Diese Angaben sind berichtigt X. 1136.) X. 325. 1135.
Brennpunct. I. 1214. 1228. wirklicher und eingebildeter. 1215.
Brennraum. I. 1214. 1216.
Brennspiegel. I. 1217. IX. 138.
Brennstahl. III. 160.
Brennstoff. S. **Phlogiston.** VII. 471. X. 58.
Brennweite. I. 1221. parabolischer und sphärischer Spiegel. 1222. sphärischer. V. 509. der Linsengläser. VI. 382.
Brennzeug beim Destilliren. II. 517.
Brenzweinsäure. IX. 1699.
Brillen. I. 1223. IV. 1403. periskopische. 1409. ihre Erfindung. 1413. VI. 2188. isochromatische. VIII. 755. 756.
Brise. X. 1901.
Brockengespenst. VIII. 1172.

Zus. **Brom** (**Bromum**, frz. **Brome**, engl. **Bromine**). Dieser in allen seinen Beziehungen zwischen Chlor und Iod genau in der Mitte liegende Stoff findet sich als Bromsilber, ausserdem als Brom-Natrium-Calcium oder Magnium in sehr kleiner Menge in mehreren Salzsoolen und anderen Mineralwassern und den Seepflanzen und Seethieren.

Das Brom gefriert bei — 19° C. zu einer gelbbraunen blättrigen Masse, stellt bei gewöhnlicher Temperatur eine dunkelbraunrothe Flüssigkeit dar von 2,68 spec. Gewicht, die Elektricität nicht leitend, siedet bei 46° C. und verwandelt sich in gelbrothe Dämpfe von widrigem Geruche. Es zerstört

Digitized by Google

gleich dem Chlor die organischen Farbstoffe und Zeuge. E bildet mit wenig Wasser ein in Oktaedern krystallisirend hyacinthrothes Hydrat, mit mehr Wasser eine gelbrothe Lösun

Die Bromsäure (78,4 Brom auf 40 Sauerstoff) ken man bloss in Verbindung mit Wasser oder Salzbasen. D wässerige Bromsäure ist eine farblose oder röthliche Flüssig keit, welche bei 100° C. Sauerstoffgas und Bromdampf en wickelt. Die bromsauren Salze zerfallen beim Glühen the in Sauerstoffgas und Brommetall, theils in Sauerstoffgas, Bro dampf und Metalloxyd; sie verpuffen mit brennbaren Stoff gleich den chlorsauren Salzen; sie lösen sich mit Ausnah des Quecksilberoxydul- und des Silberoxyd-Salzes in Wass

Die Hydrobromsäure (78,4 Brom auf 1 Wassersto ist ein farbloses Gas von 2,7524 specifischem Gewicht und sa rem Geruch, dem des salzsauren Gases ähnlich, sehr reichl vom Wasser verschluckbar zur wässerigen Hydrobromsäu welche eine farblose Flüssigkeit von höchstens 1,29 speci schem Gewicht darstellt.

Das Brom giebt mit Iod, Selen, Schwefel und Phosph Verbindungen, welche denen des Chlors sehr ähnlich si Ebenso gleichen die Brommetalle den Chlormetallen; sie s mit Ausnahme des Brombleis, des Halb-Bromquecksilbers u des Bromsilbers, im Wasser löslich. G.

Bromschwefel. VIII. 590. **Bromselen.** 781. **Bromsilbe** 800. **Bromtellur.** IX. 232.
Brontometer. III. 407.
Bruch (Brüche, Moräste). VIII. 1233.
Bruchflächen. Schwärze derselben bei Quarzkrystallen. X. 245
Brucin. IX. 1716.
Brücke, natürliche. IV. 1326. **Hängebrücke.** V. 1.
Brückenbogen. Druck derselben. II. 620.
Brunnen S. **Quellen.** Artesische. VII. 1054.
Brustråder. S. **Mühlrad.** VII. 1181.
Bullerborn. S. **Quelle.** VII. 1072.

Zus. **Bumerang** oder **Keili,** eine bei den Wilde Australien übliche Wurfwaffe, war schon länger bekannt, aber im J. 1837 die Aufmerksamkeit der englischen Phys auf sich. Nach einem erhaltenen Original besteht der Bu rang aus einem hyperbolisch gestalteten 2,5 Zoll br Stücke Holz, auf einer Seite ganz eben, auf der an schwach gewölbt. Die Länge von einem Ende zum an

Digitized by Google

beträgt etwa 2,5 Fuss und der Abstand des Scheitels der Hyperbel bis zur Mitte dieser Linie etwa 1 Fuss. Die Wilden werfen die Waffe, die convexe Seite nach aussen gekehrt, von der Linken nach der Rechten, worauf sie stets sich drehend und fortschreitend, bald aufsteigend, zuweilen sinkend, vorwärts und zuletzt zurück fliegend an den Platz des Werfenden zurück und wohl über diesen hinaus fliegt. Das Werfen desselben erfordert eine gewisse Fertigkeit, doch sah Poggendorff zu Dublin, dass diese durch Uebung erlangt werden kann, und glaubt, das Bumerang werde bloss gegen truppweise fliegende Vögel gebraucht. (Ein Engländer erzählte mir, die Neuholländer bedienten sich desselben, um die sehr scheuen Känguruhs zu beschleichen, denen sie sich im Gebüsch näherten und die sie dann durch einen Wurf in unerwarteter Richtung träfen.) J. S. Moore, welcher einige Keili's (denn so heissen sie in den westlichen Gegenden) vom Swan-River zugesandt erhielt, vermochte sie am besten zu werfen, wenn er sie am einen Ende anfasste, die concave Seite einwärts und die flache nach unten haltend, ihre Ebene einen Winkel von etwa 40 Grad mit dem Horizonte machen liess, und sie dann mit drehender Bewegung fortwarf, als wenn sie etwa in 30 Ellen Entfernung in den Boden schlagen sollten. In einer Entfernung von etwa 25 Ellen wird die Ebene des Bumerang horizantal, bleibt es in einer Strecke von 15 Ellen, dann erhebt es sich in die Luft nach der Linken gehend, macht mit seiner Ebene einen Winkel von 30 bis 40 Graden gegen den Horizont und beschreibt anscheinend einen Bogen nach der Linken hin. Hat es in einer Entfernung von 60 bis 70 Ellen eine Höhe von 40 bis 50 Fuss erreicht, so kehrt es um, sinkt an den Punct zurück, von wo es geworfen wurde, und während seine Ebene mehr horizontal wird, streicht es mehrere Fuss über den Boden hinweg und geht rechts neben dem Werfenden vorbei. Während des Vorbeigehens richtet es seine Ebene mehr auf, steigt zum zweiten Male in die Höhe und beschreibt 15 bis 20 Ellen hinter dem Werfenden eine zweite Curve, aber von der Linken zur Rechten, dem Laufe seiner Rotation und der ersten beschriebenen Curve entgegengesetzt, die beständig von der Rechten zur Linken geht.

Eine mathematische Demonstration dieser Bewegung wäre sehr interessant, dürfte aber, da unter andern auch das Wi-

Digitized by Google

derstandsgesetz der Luft dabei in Betracht kommt, nicht bl
sehr verwickelt seyn, sondern wohl ohne Zweifel über
Kräfte der Analyse hinausgehen [1].

Burane. Kalter Wind. X. 1937.
Burzelmännchen, chinesische Puppe. VIII. 668.
Bushel. Englisches Mass. VI. 1310.
Bussole. S. **Compass.** II. 179. BIDONE'S. VI. 770. SCHV
KALDER'S (eigentlich KATER'S) Patentbussole. VI. 954.
Butterfett. IX. 1708. **Buttersäure.** IX. 1700.

C.

Cäment, Cämentation, Cämentpulver. II. 3.
Cärulinschwefelsäure. IX. 1720.
Calamita. II. 180.
Calcium. II. 3.
Caliber. II. 5. der Glasröhren zu finden. 7. der Thermometer
und Correction desselben. IX. 940.

Zus. Beim Calibriren mit Quecksilber oder Wasser
stets beachtet werden, dass die Temperatur der Flüssi
sich nicht merklich ändert.

Calibrirmaschine für Thermometer. IX. 944.
Calorimeter. LAVOISIER'S. II. 9. X. 673. RUMFORD'S Wasse
rimeter. II. 13. X. 679. von LA ROCHE und BERARD. II. 16.
LOCH'S. 21. MONTGOLFIER'S. 21. MAY'S Brennkraftmesser. 23.
LONG'S. X. 328.
Calorimotor. HARE'S. III. 489. IV. 690. 692. CHILDREN'S. 69
Camera clara. II. 35.
Camera lucida. II. 24. bei Mikroskopen und Teleskopen
AMICI'S. 28.
Camera obscura. II. 30. deren Erfinder. 32. das Auge ist
solche. IV. 1366.
Campfer. IX. 1706. drehende Bewegung desselben. I. 203. d
Verdunstung. 1723. Verhalten beim Schmelzen und Sieden. X
Campfersäure. IX. 1699.
Canäle, halbkreisförmige im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1206. W
canäle, Transport auf denselben. X. 1836.
Canalheizung. S. **Heizung.** V. 167.
Canalwaage. S. **Nivelliren.** VII. 98.
Capillarattraction. I. 347. II. 35.
Capillardepression. II. 35. beim Barometer. I. 907°. II. 54

1 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 474.

belle zur Correction derselben. 56. Nachtrag. S. **Meteorologie.** VI. 1838.
Capillarität. II. 35. deren Ursache und Gesetze. 39. 42. Versuche sie zu zeigen. 45. LAPLACE's Theorie. 40. Versuche zu ihrer Prüfung. 48. Erscheinungen, die sie erzeugt. 51. Einwürfe dagegen. 57.

Zus. Eine spätere gelehrte Abhandlung über die Capillarität ist von IVORY[1], das neueste gelehrte, gegen LAPLACE gerichtete Werk aber ist von POISSON[2]. Einen Auszug daraus, worin zuerst die Einwendungen zusammengestellt werden, die derselbe gegen LAPLACE erhebt, dann dessen eigene Theorie in den Hauptsätzen übersichtlich gemacht wird, hat H. S. LINK gegeben[3]. Doch kann ich hier nur auf diese Quellen verweisen. Eine neue physikalische Theorie der Capillarität, mit Rücksicht auf die durch POISSON gegen LAPLACE aufgestellten Einwürfe, hat JOH. MILE bekannt gemacht; sie ist aber zu weitläufig und bezieht sich auf zu viele Thatsachen, die rücksichtlich der Art ihrer Anwendung auf die Lösung des vorliegenden Problems erst einer genaueren Kritik zu unterwerfen wären, als dass sich hier eine kurze Uebersicht derselben geben liesse[4]. Auf eine diesem Probleme gewidmete Abhandlung von CHALLIS[5] will ich nur beiläufig aufmerksam machen.

A. BRAVAIS hat den zu LAPLACE's Theorie der Capillarität gehörigen Calcül abermals vorgenommen und genau durchgeführt und hiernach dann eine den verschiedenen Weiten der Röhren zugehörige Tabelle der Depressionen der Quecksilbersäule im Barometer berechnet[6]. Da aber durch die Erfahrung bewiesen ist, dass die Art des Glases auf die Capillardepression des Quecksilbers einen bedeutenden Einfluss hat und sogar die nämliche Glassorte in dieser Beziehung zuweilen durch die Zeit verändert wird (Bd. VI. S. 1847), die Constanten in der Formel aber nur aus Versuchen mit einer einzigen Glassorte entnommen sind, so geht hieraus hervor, dass diese Tabelle ebenso wie die früher berechnete auf allgemeine genaue Gültigkeit keine Ansprüche haben kann.

---

1 Philos. Magaz. and Ann. of Philos. 1828. Jan. p. 1.
2 Nouvelle Théorie de l'Action capillaire par M. Poisson. Par. 1831. 4.
3 Poggendorff Ann. Bd. XXV. S. 270. Bd. XXVII. S. 193.
4 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 287. 501.
5 Lond. and Edinb. Phil. Mag. 1836. Febr.
6 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 492.

Digitized by Google

Caprinsäure. IX. 1700.
Capronsäure. IX. 1700.
Cardinalpuncte. II. 59.
Carmin. IX. 1710.
Carolo-Montgolfièren. I. 221. 254.
Catenaria. Deren Rectification. IX. 2101. Quadratur. 2106.
Cautchouck ist durchdringlich für Luft. S. **Diffusion.** fossil III. 1112.
Cementirstahl (richtiger **Cämentirstahl**). III. 160.
Centigramm. VI. 1272. **Centiliter.** Französisches Mass. 1272. **Centimeter.** Französisches Längenmass. VI. 1272.
Centralbewegung. I. 958. II. 60. specielle Kreisbewegung. allgemeine Untersuchung. 65. Anwendung auf Planetenbahnen. Geschichtliches. 74.
Centralfeuer. III. 971. IX. 606. Ursache der Vulcane. 2278.
Centralkraft. II. 75. gerade und verkehrte Aufgabe der Cent kräfte. 76.
Centralloch der Nervenhaut. I. 543.
Centrifugalkraft. II. 75. IX. 1140.
Centrifugalmaschine. II. 78. Versuche damit. 79.
Centrifugalpendel. II. 83.
Centrifugalregulator. S. **Regulator.** VII. 1362.
Centrifugalunruhe. IV. 193.
Centrifugalventilator. IX. 1632.
Centripetalkraft. II. 75. 84.
Centrobarysche Methode, den Schwerpunct zu finden. VIII.
Centrum, phonisches und phonokamptisches. III. 85.
Cerain. IX. 1707.
Ceres. II. 85. ihre Entdeckung. 85. Elemente ihrer Bahn. 87. G und physische Beschaffenheit. 88. Vergl. **Volumen.** IX. 20 2076.
Cerin. IX. 1709.
Cerit. II. 91.
Ceritenkalk. Felsart. III. 1092.
Cerium. II. 91.
Ceten. IX. 1707.
Chabri. Führer in der Wüste. III. 1137.
Chaldron. Englisches Mass. VI. 1310.
Chalybsonanz. Musikalisches Instrument. VIII. 348.
Chamäleon, mineralisches. II. 91. VI. 1198.
Chamsin. Heisser Wind. X. 1916.
Charakteristik umhüllender Flächen. IX. 1198. des Sonn stems. X. 1387.
Charlière. Deren Theorie. I. 248. Tragkraft. 255.
Charte (oder Karte). S. **Landcharte.** der magnetischen A chung von Halley. VI. 1025. von Mountaine und Dodson. von Wilke. 1039. von Lemonnier. 1040. von Hansteen.

Digitized by Google

1085. von HORNER. 1088. der magnetischen Neigung. 1117—1119. der magnetischen Intensität. 1135. 1139.
Charybdis. S. **Meer.** VI. 1574.
Chebr. Aegyptisches Mass. VI. 1235. 1239.
Cheme. Griechisches Mass. VI. 1245.
Chemie, reine, theoretische oder philosophische und angewandte. II. 22. erstes Aufkeimen dieser Wissenschaft. VI. 632. Verhältniss zur Physik. VII. 499. 515.
Chemismus der einfachen Volta'schen Säule. IV. 769. der zusammengesetzten. 866. S. **Galvanismus.**
Chiltram. Erscheinung der Luftspiegelung. VIII. 1173.
Chinasäure. IX. 1697.
Chinin. IX. 1715.
Chlor. II. 93. wird tropfbar-flüssig. IV. 1020.
Chloral. IX. 1702.
Chlorantimon. I. 301.
Chlorarsenik. Dichtigkeit des Dampfes. X. 1114.
Chlorborondampf. Dichtigkeit desselben. X. 1114.
Chloreisen. III. 160. **Chlorgold.** IV. 1611.
Chloritschiefer. Felsart. III. 1082.
Chlorkadmium. S. **Kadmium.** V. 810.
Chlorkalium. V. 844.
Chlormetalle. II. 95.
Chloroform. IX. 1702.
Chlorometer. IX. 90.
Chlorophan oder **Pyrosmaragd.** VI. 242. S. **Phosphor.** VII. 474.
Chlorophyll. IX. 1710.
Chloroxydul. II. 94.
Chlorphosphor. VII. 479. Dichtigkeit des Dampfes. X. 1114.
Chlorplatin. VII. 591. IX. 1703.
Chlorquecksilber. S. **Quecksilber.** VII. 1021.
Chlorsäure. II. 94. **Chlorschwefel.** VIII. 590. **Chlorsilber.** VIII. 800.
Chlorsilicium. Dichtigkeit des Dampfes. X. 1114.
Chlorstickstoff. VIII. 1056.
Chlorstrontium. VIII. 1221. **Chlortantal.** IX. 89. **Chlortellur.** IX. 232.
Chlortitan. Dichtigkeit des Dampfes. X. 1114.
Chlorvanad. IX. 1600. **Chlorzink.** X. 2415. **Chlorzinn.** X. 2417. 2418. Dichtigkeit des Dampfes. 1114.
Chönix. Griechisches Mass. VI. 1244.
Cholsäure. IX. 1713.
Chondrin. IX. 1718.
Chopine. Französisches Flüssigkeitsmass. VI. 1285.
Chrom. Chromoxydul, Chromsäure. II. 97.
Chromadot. HOFFMANN's. IV. 103.

Digitized by Google

Chromaskop. II. 97.
Chromatodysopsie, Chromatometablepsie und **Chromatopseudopsie** so viel als **Achrupsie.**
Chromatometer. VIII. 761.
Chronthyometer. II. 98.
Chronologie. Mathematische, historische. II. 99. 100.
Chronometer. II. 100. Arten derselben. 101. Erfindung. 102. Verfertigung. 105. Einfluss der Temperatur. 108. des Magnetismus. Längenbestimmungen mit demselben. VI. 34. Gebrauch zur Zeitbestimmung. X. 2358.
Chrupsie. Sehen falscher Farben. S. **Gesicht.** IV. 1428.
Chus. Griechisches Flüssigkeitsmass. VI. 1244.
Chryophorus. S. **Kryophorus.** V. 1022.
Chrysotypie. S. **Daguerrebilder.**
Ciliarknoten. I. 535. **Ciliarkranz.** 544.
Cinchonin. IX. 1715.
Cinnamyl. IX. 1705.
Circularmagnetismus. IX. 803.
Circularpolarisation. S. **Polarisation.** VII. 828.
Circularpolarität, elektrodynamische. III. 637.
Circummeridianhöhen. II. 112. Vergl. **Multiplicationskreis.** VII. 2469.
Circumpolarsterne. II. 113.
Cirkel. S. **Cyklus.** II. 252.
Citronsäure. IX. 1627.
Clarinette. Musikalisches Instrument. VIII. 360.
Clavicylinder. Musikalisches Instrument. VIII. 348.
Coccusroth. IX. 1710.
Codein. IX. 1716.
Coelison. Musikalisches Instrument. VIII. 347.
Coffein. IX. 1716.
Cohäsion. I. 170. 336. 344. 347. oder **Cohärenz.** II. 413. theoretische Untersuchungen über ihr Wesen und ihre Ursachen. Folge eines Aethers. 115. einer eigenthümlichen Flächen-Anziehung. 119. 122. der moleculären Anziehung. 127. der Kant'schen Grundkräfte. 129. praktische Untersuchungen. 135. Festigkeit, absolute. 136. bei Drähten. 141. relative. 148. rückwirkende. 161.

Zus. Neuere Versuche über die Festigkeit verschiedener Körper hat BEVAN angestellt[1].

Sehr interessante und für die praktische Anwendung wichtige Resultate hat VICAT aus seinen Versuchen erhalten. Dieser spannte angelassene Eisendrähte von 2 bis 3 Meter Länge

1 Philos. Magaz. T. LXVIII. p. 181.

durch Gewichte, die $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{3}$; $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ ihrer absoluten Tragkraft betragen, und mass die wachsende Ausdehnung derselben mittelst seiner Fühlhebel. Die unmittelbar nach dem Anhängen der Gewichte erzeugte Ausdehnung nicht mitgerechnet dehnten sie sich in den ersten Monaten sämmtlich aus, der mit $\frac{1}{4}$ seiner Tragkraft Gewicht belastete blieb dann aber unverändert, der mit $\frac{1}{3}$ belastete erhielt binnen 33 Monaten eine Verlängerung von 2,75 Millim. auf das Meter, der mit $\frac{1}{2}$ belastete um 4,69 und der mit $\frac{3}{4}$ belastete um 6,13 Millim. auf das Meter. Die Geschwindigkeiten der Verlängerungen sind sehr nahe den Zeiten proportional und die Grössen der Verlängerungen in gleichen Zeiten beinahe den Belastungen. Eigentlich hätten die Versuche länger als 33 Monate fortgesetzt werden sollen; so wie sie vorliegen, geht aber aus ihnen hervor, dass keine Belastung mehr als $\frac{1}{4}$ der absoluten Tragkraft betragen darf, weil sonst die fast gleichmässig wachsende Verlängerung nothwendig ein endliches Zerreissen herbeiführen muss. Hierbei wird die Abwesenheit jeder Erschütterung vorausgesetzt[1]. — Ueber die Cohäsion des Eisendrahtes s. **Hängebrücken.**

Cohäsionsplatten. II. 119. 133.
Coincidenzen schwingender Pendel. S. **Pendel.** VII. 321.
Colchicin. IX. 1716.
Collectivglas. I. 1205. II. 165. IX. 142.
Collector der Elektricität. II. 166. 667. 668. dessen Verhalten. III. 305.
Collimation. II. 169.
Collimationsfehler. II. 170. VIII. 792. X. 2377.
Collimator. II. 174.
Colorigrade Biot's. S. **Kyanometer.** V. 1171.
Columbin. IX. 1712.
Columbium. S. **Tantal.** IX. 89.
Combinationstöne. VIII. 315[2].
Commutationswinkel. II. 175.
Commutator[3] zum Umkehren des elektrischen Stromes, von Jacobi. II. 1181. 1185.

---

1 L'Instit. Nr. 28. p. 238. Poggendorff Ann. Bd. XXXI. S. 108.

2 Einige Bemerkungen darüber von G. S. Ohm s. in Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 463.

3 Dieser Commutator ist genau beschrieben in Poggendorff Ann. Bd. XXXVI. S. 366. Ein anderer von Poggendorff erfundener, zweckmässig construirter Commutator, auch **Inversor** genannt,

Digitized by Google

Comparateur. II. 175. von LE NOIR. 176. der englische di
sche Stangencirkel. 177. von PRONY. 177. von TROUGHTON.
S. **Mass.**

Compass [1]. Erste Spuren desselben. II. 179. VI. 951. Einri
der Nadel und Windrose des Schiffs-Compasses oder Steuer-
passes. II. 181. des Azimuthalcompasses. 183. des Messcomp
184. SCHMALKALDER's (eigentlich KATER's) Patentbussole. 18
954. repetirende Compasse. II. 187. Markscheider-Compass.
Celestial-Compass. 188. VI. 953. Härtung der Nadeln. 195. VI

Compensation, achromatische. II. 197.

Compensation der Wirkung des Schiffeisens auf die Magne
durch eine Eisenplatte. I. 36. VI. 939. der Ausdehnung der
gefässe durch Quecksilber. I. 606. der Pendel. II. 197. von
HAM erfunden. 198. Rostpendel. 199. 203. Quecksilberpendel.
Pendel mit Hebelwerk. 206. durch Biegung thermometrische
dern. 208. bei Chronometern. 210. Vergl. **Pendel.** VII. 38

Compensationspendel. S. **Pendel.** VII. 383. II. 197.

Complanation der Curven. IX. 2091. 2107.

Compressibilität. II. 211. von der Elasticität verschieden. 2

Compressionsmaschine, Compressionspumpe. II.
für Gasarten. 215. für Windbüchsen. 217. für Wasser. 220.
meine. 225.

Compressionsmesser. II. 217. 219.

Concavgläser. II. 227.

Concavspiegel. S. **Hohlspiegel.** V. 506.

Condensator der Elektricität. II. 227. Geschichtliches. 228.
richtung und Gebrauch. 230. Theorie. 234. mathematisch
stimmung seiner Kraft. 239. Doppelcondensator. 243. Gebrauc
selben. 245. Unterschied vom Duplicator. 667. 668. dessen
halten. III. 305.

Zus. Der Condensator, welchen MUNK AF ROSENS
wegen seiner Empfindlichkeit empfiehlt, besteht aus zwei
eben auf einander geschliffenen runden Kupferplatten
2 Lin. Dicke und 3 Z. 7 Lin. Durchmesser. Die untere
wird auf ein Gestell gelegt, um sie von unten mit einer
geistlampe zu erhitzen. Man legt dann am Rande herum

---

findet sich nebst erläuternder Zeichnung ebendas. Bd. XLV. S. 38
liegt dabei dem Wesen nach das Princip zum Grunde, welches NE
seinem Blitzrade in Anwendung gebracht hat, und eben dieses
grösster Einfachheit auch WHEATSTONE bei seinem Telegraphen g
S. **Telegraph.**

1 Ausführlich über die Erfindung des Compasses handelt
KLAPROTH in Lettre: à M. le Baron de Humboldt sur l'invention
boussole. Par. 1834.

20 bis 30 kleine Stücke reines Schellack von der Grösse eines Sandkorns und zwischen diese in gleichen Abständen 6 schmale Streifen Stanniol; die Platte wird erhitzt, und wenn die Gummilack-Körner geschmolzen sind, die obere Platte gleichmässig daraufgedrückt. Indem man augenblicklich die Lampe wegnimmt, erkaltet die untere Platte, die zum Aufschrauben auf das Elektrometer bestimmt ist, schnell, die obere aber, die mit einer isolirten Handhabe versehen ist, lässt sich leicht trennen; die Stanniolstreifen werden weggenommen, und so sind beim Gebrauche die Platten durch eine ihrer Dicke gleiche Luftschicht getrennt [1].

Der Condensator, dessen sich Péclet zur Anstellung des Volta'schen Fundamentalversuches bediente, bestand aus drei ebenen und mittelst Eiweiss mit Goldplatt belegten Spiegelglasplatten. Die eine, A genannt, ist auf einem Blattgoldelektrometer befestigt und auf der oberen Fläche überfirnisst. Die zweite, B genannt, ruht horizontal auf der ersten, ist auf beiden Seiten gefirnisst und an einem Punkte ihres Umfanges mit einem vergoldeten ungefirnissten Kupferstäbchen versehen, hat auch, wie die gewöhnlichen beweglichen Condensatorplatten, in ihrer Mitte ein isolirendes Glasstäbchen. Auf dieser Platte ruht die dritte, C genannt, welche bloss auf der unteren Seite gefirnisst und in ihrer Mitte mit einer Glasröhre zum Durchlassen des zu B gehörigen Glasstäbchens versehen ist, welcher aber aus der Glasröhre hervorragt. Beim Gebrauche berührt man die obere Platte mit demjenigen Metalle, dessen elektrisches Verhalten gegen Gold geprüft werden soll, und setzt zugleich die Platte B mit dem Erdboden in leitende Verbindung, unterbricht diese, hebt die Platte C ab und berührt die Platte A. Nachdem man diese Operation einige Mal wiederholt hat, hebt man beide obere Platten mittelst der Glasröhre an B ab, und findet dann, dass die Goldplättchen um so viel stärker divergiren, je öfter der Contact wiederholt wurde [2].

Condensator der Dampfmaschinen. II. 472.
Condensator der Wärme. X. 1179.
Conductor. Leiter der Elektricität. III. 238. erster. 280. 427. 438.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXV. S. 47.
2 Compt. rend. T. VII. p. 486. Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 343. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. II. p. 233.

Digitized by Google

Conglus. Griechisches Mass. VI. 1244.
Coniin. IX. 1715.
Conjunction. I. 402.
Conservativbrillen. IV. 1403.
Conservator der Elektricität. II. 238.
Constellation. I. 404.
Contact-Elektricität. S. **Galvanismus.** IV. 555.
Contact-Thermometer, von Fourier erfunden. X. 545.
Contracturen werden durch Elektricität geheilt. III. 403.
Convexgläser. II. 249.
Copernicaner. X. 1335.
Corallenfelsen, Coralleninseln. Deren Bildung. IV. 13 VI. 1608.
Correction, aërostatische des Gewichts. I. 269. S. **Gewicht.**
Corund. I. 285.
Cotyle. Griechisches Mass. VI. 1244.
Crownglas. II. 249.
Cruorin. IX. 1720.
Cubatur der Konoide. IX. 1179. 2091. 2112.
Cubebencampher. IX. 1706.
Culmination. II. 50. IX. 80. Zeit derselben und Mittel, sie zu be achten. II. 251. untere und obere. VI. 1783.
Cumarin. IX. 1706.
Cumulus. Haufwolken. IV. 1581.
Curve, elastische. III. 194. magnetische Curve. VI. 685. 817. 1026—1032. 1139. 1189.

Zus. Die magnetischen Curven sind neuerdings in ein Prachtwerke [1] bekannt gemacht worden. Die Zeichnungen e pfehlen sich durch ihre Schönheit und Genauigkeit.

Cyan oder **Cyanogen** wird tropfbar-flüssig. IV. 1020. dessen sammensetzung. V. 913. IX. 1971.
Cyanotypie. S. **Daguerrebilder.**
Cyanquecksilber. S. **Quecksilber.** VII. 1022.
Cyansäure. V. 914. **Cyanursäure.** IX. 1971.
Cykloide als Falllinie. IV. 28. deren Rectification. IX. 2101. O fläche. IX. 1182. 2106. Volumen. 1184. 2110. 2114.
Cykloidalpendel. S. **Pendel.** VII. 309. 328.
Cyklus. II. 252. Unterschied von Periode. 252. der Mondcirkel, dene Zahl und Epakte. 252. Meton'scher Cyklus, Kallippische riode, Sonnencirkel. 254. Julianischer und Gregorianischer Kalen

---

1 Die Systeme der magnetischen Curven u. s. w. ausgeführt in grossen graphischen Darstellungen auf 31 Tafeln u. s. w. von J. Er Herger. Leipz. 1844. Imp.-Fol.

Digitized by Google

Inductionscirkel, Römer-Zinszahl. 255. Julianische Periode. 256. cyklische Rechnung. 259.
Cylinder, berganlaufender. III. 70. HANSTEEN'S magnetische von DOLLOND. VI. 1002. 1134.
Cylindergebläse. S. **Gebläse.** IV. 1134. hydrostatisches. 1136. 1150.
Cylindermaschinen, elektrische. III. 413. deren Bau. 417—426. Vergleichung mit Scheibenmaschinen. 465.
Cylinderspiegel. II. 259.
Czirknitzer See. VIII. 718.

D.

Dactylus. Griechisches Mass. VI. 1231. 1243.
Dädaleum. VIII. 774.
Dämmerung. Morgendämmerung und Abenddämmerung. II. 263. astronomische. 264. bürgerliche. 265. Dauer derselben. 265. optische Untersuchungen. 270. erste oder Haupt- und zweite Dämmerung. 272. dient zur Bestimmung der Höhe der Atmosphäre. 273. Vergl. **Nacht.** VII. 3. und **Strahlenbrechung.** VIII. 1149.
Dämmerung auf dem Monde. I. 512.
Dämmerungskreis. II. 278.
Dämmerungsschein. II. 272.

Zus. **Daguerrebilder, Daguerreotypie, Photographie, Heliographie, Kalotypie, Cyanotypie, Ferrotypie, Anthotypie, Chrysotypie, Thermographie.** Die chemischen Wirkungen des Lichts waren lange bekannt, auch wusste man, dass Silbersalze gegen diese vorzugsweise empfindlich sind, und benutzte daher verschiedene damit imprägnirte Körper, um Einflüsse des Lichts zu prüfen. Seit dem Jahre 1838 aber enthielten die öffentlichen Blätter viele wiederholte Nachrichten von Bildern, welche DAGUERRE auf diese Weise mit Anwendung einer Camera obscura erzeugte. Das Publicum nahm hieran sehr allgemeines, wie POGGENDORFF mit Recht sagt, übertriebenes Interesse, und bewunderte insbesondere die unglaubliche, zuweilen nur mittelst der Loupe erkennbare Feinheit der dargestellten Gegenstände, obgleich diese mit der Erzeugung der Bilder durch Linsengläser nothwendig verbunden ist, während dagegen die zu ihrer Fixirung angewandten Stoffe das Wichtigste bei der Sache waren. Gleichzeitig wurden auch an andern Orten, namentlich in England durch TALBOT, ähnliche Versuche gemacht, allein die von dem Letz-

Digitized by Google

teren erhaltenen Producte blieben weit hinter den paris
zurück. Das zu ihrer Erzeugung angewandte Verfahren bl
lange Zeit ein Geheimniss, bis Arago der Deputirtenkam
einen Bericht darüber abstattete, um dem Erfinder eine Re
neration (eine jährl. Pension von 6000 Francs) zu erwirken, wo
er demnächst auch die Sache im Institute erläuterte. Da es
Mühe werth ist, die wesentlichsten Züge dieser wichtigen
findung der Nachwelt aufzubewahren, so theilen wir sie hier
der Kürze mit [1].

Arago beginnt mit den Leistungen der durch J. B. Po
erfundenen Camera obscura und den Veränderungen, wel
das Licht in Silbersalzen hervorbringt, von denen sc
Fabricius[2] redet. Erst am Ende des vorigen Jahrhund
zeichnete Charles auf einem hierzu präparirten Papiere
houetten mittelst der Einwirkung des Lichts, ohne dass
Verfahren genauer bekannt wurde. Der Anfang der Ph
graphie beginnt daher mit Wedgwood, welcher auf Leder
Papier mit Chlorsilber oder salpetersaurem Silberoxyd üb
gene Glasmalereien der Kirchenfenster und Kupferstiche copi
und mit H. Davy, dem es gelang, mittelst eines Sonnenmi
skops in geringem Abstande von der Linse kleine Gegenst
zu copiren. Schon seit 1814 beschäftigte sich der Pr
mann Niepce aus der Gegend von Chalons-sur-Saone mi
Aufgabe, Lichtbilder auf Metallflächen zu fixiren; im J. 1
erhielt er Nachricht von ähnlichen Versuchen des M
Daguerre zu Paris, indess gelang es ihm, hinlänglich sch
Bilder nach seiner Methode darzustellen, die er nebst einer
handlung im folgenden Jahre der königlichen Societät zu L
don vorlegte. Beide Erfinder vereinigten sich zur gem
schaftlichen Benutzung der Sache durch einen Contract
14. Dec. 1829, und aus den hierauf bezüglichen Verhand
gen geht hervor, dass die Reagentien, deren sich Niepce
diente, sehr unempfindlich waren, indem sie eine gegen 12 Stu
lange Einwirkung des Lichts bedurften, wonach also das
dienst, die Bilder in kurzer Zeit zu verfertigen, dem Dagu
gebührt.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. S. 193 ff.
2 De rebus metallicis. 1566.
3 Journal of the Royal Institution. 1802. Juni.

Digitized by Google

NIEPCE bereitete aus Asphalt in Lavendelöl gelöst durch Abdampfen einen Firniss, überzog damit silberplattirte Kupferplatten und erwärmte diese, bis ein dünner weisser Ueberzug zurückblieb. Diese Platten, dem Lichte in der Camera obscura ausgesetzt, zeigten bald ein schwaches Bild; er tauchte sie dann in ein Gemisch von Lavendelöl und Steinöl, wodurch die vom Licht veränderten Stellen nicht angegriffen, die andern aber gelöst wurden, so dass sie nach Abwaschen mit Wasser als spiegelndes Metall in gehörigen Stellungen dunkel schienen und somit die weissen Stellen des Bildes dem Lichte, die dunkeln dem Schatten zugehörten. Der durch das Licht unveränderte, einem feinen Pulver ähnliche Firniss war aber nicht weiss, sondern nur grau, und der Gegensatz von Weiss und Schwarz daher nicht scharf. Um den Effect zu verstärken, versuchte er die blanken Stellen durch Schwefelkalium oder Iod zu schwärzen. Abgerechnet die Veränderungen, welche das iodirte Silber durch fortgesetzte Einwirkung des Lichtes erleidet, hatte die Methode noch den Uebelstand, dass ein zu starkes Lösemittel den Firniss leicht ganz oder grösstentheils wegnahm, ein zu schwaches nur unvollkommen wirkte, und daher der Erfolg niemals sicher war. DAGUERRE verbesserte dieses Verfahren, indem er den Rückstand des destillirten Lavendelöls in Alkohol oder Aether löste, hiervon einen Ueberzug auf die versilberten Platten auftrug und abdampfte, wodurch ein gleichmässiger, pulveriger Ueberzug zurückblieb. Nachdem das Bild der Camera obscura hierauf eingewirkt hatte, hielt er sie in gehörigem Abstande über einem Gefässe mit verdampfendem ätherischen Oele, wodurch die vom Lichte veränderten Stellen unangegriffen, die weniger veränderten mehr, die gar nicht veränderten ganz durchdrungen wurden. Obgleich diese Methode mit Sicherheit bessere Bilder gab, so stand ihr doch die erforderliche lange Dauer der Einwirkung des Lichtes entgegen.

Die eigentliche neuere Daguerreotypie beginnt mit der Iodirung der übersilberten Kupferplatten, die dann mit einem goldgelben Ueberzuge versehen nur kurze Zeit in der Camera obscura blieben, demnächst anscheinend unverändert den Quecksilberdämpfen ausgesetzt, dann in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron herumgeführt und mit heissem Wasser abgewaschen wurden. DAGUERRE bemerkte hierbei, dass

Digitized by Google

silberplattirte Kupferplatten geeigneter sind, als massiv silbe
was man für eine Wirkung der galvanischen Elektricität h
Gleich Anfangs wurde die zu iodirende Platte in einen R
men gelegt und nachher in eben demselben unter einem W
kel von 45^0 Neigung den Quecksilberdämpfen ausgesetzt.
Erklärung des Effectes meint ARAGO, das Licht in der
mera obscura bewirke eine Verdampfung des Iods und
blösse das Metall, der Quecksilberdampf bringe auf diesen S
len ein weisses Amalgam hervor, und das unterschweflig
Natron nehme die durch das Licht nicht entfernten Iodtheil
weg; allein er findet diess ungenügend, um über die zahll
Abstufungen der Schattirungen im Bilde Auskunft zu ge
Die Iodschicht vermehrt das Gewicht der Platte nicht merk
wohl aber geschieht dieses durch Hinzukommen des Quec
bers; wenn sie aber gewaschen ist, so wiegt sie nach PEL
weniger, als vor der ganzen Operation, obgleich etwas A
gam zurückbleibt, woraus hervorgeht, dass etwas Silber w
genommen wird, das man auch in der Flüssigkeit wiederfi
Zur Erklärung der Thatsachen wird angenommen, das
von der Platte aufgenommenen Quecksilberkügelchen in
lichteren Stellen sehr dicht liegen, in den Mitteltinten we
dicht und in dem Schwarzen ganz fehlen. Warum die P
nach DAGUERRE den Quecksilberdämpfen nothwendig unter e
Winkel von 45^0 ausgesetzt seyn soll, sucht ARAGO aus
stehenden Krystallnadeln zu erklären, ohne dieses jedoch
genügend zu halten; dagegen hat DUMAS die Quecksilbe
gelchen unter dem Mikroskope erkannt und A. BRONG
ihren Durchmesser gleich $\frac{1}{800}$ Millim. bestimmt.

Von da an, also seit dem Jahre 1839, hat die Dague
typie einen seitdem nicht sehr bedeutend übertroffenen
der Vollendung erreicht; die Erzeugung der Bilder ges
schnell, ohne dass das Licht sich merklich ändert, und
dadurch möglich geworden, Portraits von Menschen zu ma
indem die Aufgabe, während einer sehr verkürzten Zei
Gesichtszüge unverändert zu erhalten, nicht mehr zu schw
erscheint, die erzeugten Bilder aber bleiben fortwährend
verändert. Die Bemühungen, einen geeigneten Firniss zu
den, um die Bilder dadurch gegen äussere Verletzunge
schützen, hat man aufgegeben, man bringt sie jetzt besse
ter Glas, auch hat man den Wunsch, die Gegenstände mit

Digitized by Google

natürlichen Farben darzustellen, nicht ernstlich verfolgt, weil nicht wohl zu erwarten steht, ein Reagens gegen das Licht aufzufinden, welches durch die verschiedenen Farben auf eine ihnen entsprechende oder wohl gar sie wiedergebende Weise afficirt würde.

Nachdem Daguerre sein bis dahin geheim gehaltenes, in öffentlichen Blättern vielfach ausposaunte Verfahren bekannt gemacht hatte, beschäftigte man sich sehr allgemein mit der Erzeugung photographischer Bilder, und die Industrie verfehlte nicht, das durch wissenschaftliche Forschungen Errungene zum Gewinn auszubeuten, indem Künstler mit geeigneten Maschinen herumreisten, um das Verfahren für Geld zu zeigen und Bilder von festen Gegenständen zu verfertigen, später auch, nach weiteren Verbesserungen des Verfahrens, zu portraitiren. Rücksichtlich der Schönheit der erzeugten Bilder kommt hauptsächlich in Betrachtung die Güte der anzuwendenden Camera obscura, insofern nur solche, die mittelst achromatischer Linsen ein sehr scharfes Bild erzeugen, am geeignetsten sind, dann die Politur der Platten, die gegenwärtig ein Gegenstand des Handels geworden sind, die Vorbereitungen derselben zur Aufnahme der Bilder, und endlich das Verfahren beim Photographiren. Unter dem von verschiedenen Künstlern verfertigten Apparaten gehören die aus der Werkstatt von Voigtländer in Wien hervorgehenden, bei denen man in einem Kasten zugleich alle für den Process im Ganzen erforderlichen einzelnen Einrichtungen vereint findet, zu den vorzüglichsten. Sehr feine Politur und absolute Reinheit der Platten gehören zu den wesentlichsten Erfordernissen, und da diese nur neben grosser Sorgfalt durch einen beträchtlichen Zeitaufwand zu erhalten sind, so liegt hierin ein Grund, dass die Physiker sich mehr von der Sache zurückziehen und sie denen überlassen, die sie handwerksmässig betreiben, eben dadurch aber eine ausnehmende Fertigkeit darin erlangen.

Die Methoden des Polirens der Platten sind sich nicht durchaus gleich, indess kann man durch verschiedene Verfahrungsweisen zu genügenden Resultaten gelangen, wenn nur für Feinheit der Politur und Reinheit der Platten gehörig gesorgt wird. Daguerre polirte anfangs die erwärmten Platten mit Oel und Bimssteinpulver, später aber empfahl er Bimssteinpulver und verdünnte Salpetersäure, zuerst von 5 Grad (ver-

Digitized by Google

muthlich nach BEAUMÉ), zuletzt ganz schwache. Die Anwe dung des Polirroth verwirft er, weil ein feiner Ueberzug dav zurückbleibe; inzwischen habe ich untadelhafte Bilder gesehe die auf so polirten Platten erzeugt waren, wobei sich jedo von selbst versteht, dass man nicht unterlassen darf, die let ten Antheile des Polirmittels, die sich durch einen röthliche Schein der gegen auffallendes Licht gehaltenen Platten kun geben, gänzlich fortzuschaffen. Ferner glaubt DAGUERRE, schade der Feinheit der Politur, dass sich atmosphärisch Schmutz (limon atmosphérique) auf ihnen absetze, u empfiehlt daher, sie kurz vor dem Iodiren in einem Rahm mit Wasser zu bedecken, dieses zum Sieden zu bringen u abfliessen zu lassen; allein man bedarf dieses Verfahrens nic muss sich aber hüten, dass die Platte vor dem Einbringen die Camera obscura nicht zu kalt ist, weil sonst der feine N derschlag, der sich aus der bedeutend wärmeren Luft dar absetzt, allerdings nachtheilig wirkt[1]. Andere französisc Physiker haben den schädlichen Einfluss eines solchen fein atmosphärischen Anflugs bestritten, halten ihn vielmehr für v theilhaft; noch andere dagegen halten ihn für so nachtheili dass sie jederzeit künstliche Mittel zum völligen Austrockn des anzuwendenden Polirmittels in Anwendung bringen; all es würde zweckwidrig seyn, auf die weitere Discussion die Frage einzugehen. Ueberhaupt scheint es mir überflüssig, d vielen verschiedenen Methoden des Polirens der Platten, wel DAGUERRE später bekannt gemacht hat, hier zu erwähnen, man die schönsten Bilder auch ohne sie erhalten kann.

Ueber die verschiedenen Methoden des Daguerreotypir wird es genügen, Folgendes anzugeben. Vorausgesetzt, da man sich im Besitz einer hinlänglich guten Camera obsc befindet, wird man sich zuerst die übersilberten Kupferplat verschaffen, die man aus Paris, Wien, Berlin und sonsti grösseren Städten in geeigneter Form und Grösse leicht hält. WALKER[2] schlägt vor, galvanisch versilberte Kupferpl ten selbst zu verfertigen, mir ist aber nicht bekannt, ob die zu geschehn pflegt. Um sie dann gehörig zu poliren, be

1 Compt. rend. T. XVI. p. 588. Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 5
2 Die Galvanoplastik u. s. w. übers. von C. H. SCHMIDT. S. 8

Digitized by Google

stigt man sie auf einem zwischen 2,5 bis 4 Zoll Durchmesser haltenden, etwa 3,5 Zoll hohen Cylinder, welcher in der Mitte etwas verjüngt ist, um ihn bequem mit der Hand fassen zu können. Das Befestigen auf der oberen, in der Mitte etwas ausgehöhlten, Fläche des Cylinders geschieht mittelst etwas Pech, dessen sich die Mechaniker zum Aufkleben bedienen, welches man auf dem Rande ausbreitet, erwärmt, und dann die Platte aufdrückt, die sich nach dem Poliren leicht wieder trennen lässt; oder man bindet über die Fläche 2 bis 3 Streifen gleichmässig dickes Federharz, erweicht dieses nöthigenfalls durch sehr wenig Terpentinspiritus, und drückt die Platte darauf[1]. Zum Poliren dient auf jeden Fall sehr feine, sorgfältig ausgekämmte Baumwolle, welche nicht grobfaserig an sich und frei von sonstigen Fasern, von Staube und aller Art knotiger Körper seyn muss, weil jede etwas härtere Substanz leicht Streifen erzeugt, die nachher nur mit grosser Mühe oder gar nicht fortgeschafft werden. Aus der Baumwolle fertigt man lockere Bäuschchen von der Grösse einer Wallnuss; auch kann man die gebrauchten mit einer frischen Lage überziehen, fasst diese zwischen den Fingern und vollführt das Reiben mit geringem Drucke. Das genügende Verfahren ist bereits oben (Bd. X. S. 2456) vollständig angegeben, doch kann man auch folgendes mit sicherm Erfolg in Anwendung bringen. Der auf jeden Fall geschlämmte, sehr feine Trippel wird aus einem Glase durch etwas Musselin auf die Platte so gebeutelt, dass er sich nirgend zusammenballt, mit wenigen Tropfen Terpentinspiritus befeuchtet und dann mittelst der Baumwolle in engen fortschreitenden Kreisen ganz herum verrieben, bis die Platte trocken und das Pulver verschwunden ist. Die so behandelte Platte muss dann fein glänzend, frei von Staube, hauptsächlich aber von Flecken und Streifen seyn; sie erhält aber einen noch höhern Grad der feinsten Politur, wenn man, nachdem das angegebene Verfahren oft genug wiederholt ist, abermals etwas Trippel aufpudert, etliche Tropfen Alkohol oder noch besser eines Gemenges von $\frac{3}{4}$ Alkohol und $\frac{1}{4}$ Schwefeläther auftröpfelt, dieses mit einem frischen Bäuschchen Baumwolle sanft bis zur Trockne verreibt, letzteres Verfahren etliche Mal wiederholt, so weit es nöthig ist, und zuletzt die Platte mit

[1] Vergl. Frankf. Gewerbsfreund. 1843. N. 2.

Digitized by Google

einer feinen Sammetbürste säubert. Ob die Platte hinläng polirt sey, wird dadurch geprüft, dass man sie anhaucht, in dann der entstehende Ueberzug gleichmässig verbreitet s gleichmässig und schnell verschwinden und keine Puncte o Flecke zurücklassen muss. Jeder zurückbleibende Fleck ze das Vorhandenseyn von Schmutz an, welcher die Platte Erzeugung eines guten und gleichmässigen Bildes untaug macht.

Obgleich bei den besseren Apparaten eigene Kapseln v handen sind, um die Platten gegen auffallenden Schmutz sichern und in ihrer Reinheit zu erhalten, so thut man d wohl, das Poliren nicht lange vor ihrem Gebrauche vorzun men, oder sie unmittelbar vorher mit der Sammetbürste und deren Ermangelung mit einem frischen Bäuschchen Baumw zu säubern. Die so zugerichtete Platte wird dann in schon von DAGUERRE gebrauchten, mit einem versilber Kupferringe versehenen Rahmen gelegt, um sie zu iodir Hierzu dient ein geeignetes Gefäss von Glas oder Porzell in welches man die sehr verdünnte Chloriodsolution schü und die im Rahmen liegende Platte darüber legt, bis der glei mässige goldgelbe Ueberzug vorhanden ist. Man kann hi bei die Platte im Tageslichte, nur nicht im directen und n weniger im auffallenden Sonnenlichte, augenblicksweise sehen, um zu wissen, ob die Iodirung vollständig i die am besten nur schwach aus dem Goldgelben ins Rö liche übergehen darf. Die Platte wird dann sogleich, u ohne dem indirecten Tageslichte eine merkliche Zeit a gesetzt zu seyn, in die Kapsel wieder eingeschlossen und zum Gebrauche, den man nicht wohl längere Zeit verschie darf, aufbewahrt. Bedient man sich einer concentrirten Chlori Verbindung, die in der Kälte gesteht und dann erst durch warme Hand flüssig gemacht werden muss, so bedarf man v dieser nur etliche Tropfen, die man in das mit destillirtem Wa ser gefüllte Gefäss schüttet. Soll die Zeit der Einwirku des Lichts auf die iodirte Platte abgekürzt werden, was geeigneten Fällen wünschenswerth seyn kann, so setzt man dieser Flüssigkeit eine geringe, für schwächeres Licht etw grössere Quantität Bromiod hinzu. Diejenigen, welche si viel mit dem Daguerreotypiren beschäftigen, wählen eigenthü liche, ihnen besser zusagende Mischungen und Methoden d

Digitized by Google

Iodirens, im Allgemeinen aber darf als Regel gelten, dass ein Zusatz von Brom die Platten gegen die Einwirkung des Lichts zunehmend empfindlicher macht, und dass die Platten nur einen goldgelben, ins Röthliche wenig übergehenden Ueberzug haben müssen. Uebrigens pflegen die Künstler, welche Apparate zum Daguerreotypiren verfertigen, diesen zugleich die nöthigen Präparate und in der Regel auch eine Anweisung zu deren Gebrauche beizugeben, womit man immerhin den Anfang machen kann, bis eigene Erfahrung zu Verbesserungen führt. Will man aber die erforderlichen Flüssigkeiten selbst bereiten, so erhält man das *Iodchlorür* auf folgende Weise. Man lässt aus Kochsalz, Braunsteinpulver und Schwefelsäure Chlor sich entwickeln, leitet dieses in einen etwa 2 Zoll weiten und 6 Zoll hohen Glascylinder, auf dessen Boden sich trocknes, gepulvertes Iod befindet, und rührt zuweilen die bald flüssig werdende dunkelschwarzbraune Masse mit einem Glasstabe um. Ist der grösste Theil des Iod aufgelöst, so unterbricht man die Operation, weil sonst eine andere gelbe, für diesen Zweck unbrauchbare Verbindung entstehen würde. Das entstandene Iodchlorür versetzt man mit 16 Theilen Wasser, lässt das sich ausscheidende Iod ruhig sich auf dem Boden absetzen, und gebraucht die darüberstehende, schwach röthlich gelb aussehende Flüssigkeit. Das *Iodbromür* bereitet GAUDIN, welcher es zuerst in Anwendung brachte, auf folgende Weise. Er goss in eine alkoholische Lösung von Iod tropfenweise so lange Brom, bis die Mischung schön roth wurde, und verdünnte sie dann mit Wasser, bis sie eine strohgelbe Farbe angenommen hatte. Beim Eingiessen des Broms muss man sich hüten, dass kein Tropfen in die Augen spritzt, denn das würde sehr nachtheilige Folgen haben. Man thut wohl, von Zeit zu Zeit einige Tropfen Bromwasser nachzuschütten, weil das Iod leicht in der Mischung prädominirt. Nach GAUDIN soll man die Platten erst den Iodchlor-Dämpfen bis zur lichtgelben Farbe aussetzen, dann den Iodbrom-Dämpfen, bis sie einen rosen- oder hellrothen Ton erhalten.

Ist die Camera obscura auf den bestimmten Gegenstand gerichtet und so hergestellt, dass sich auf der an der Stelle der Platte befindlichen mattgeschliffenen Glasscheibe ein scharfes Bild des Gegenstandes zeigt, so thut man wohl, die Objectivlinsen noch ein Minimum auszuziehen, ein den geübten

Digitized by Google

Praktikern längst bekanntes, von CLAUDET veröffentlichtes Hü
mittel[1]. Ohne Verrückung des Apparats und des Gegens
des wird dann nach bedecktem Objectiv die iodirte Platte
gesetzt, die Bedeckung des Objectivs rasch weggenom
und die Einwirkung des Lichts während der erforderlic
Zeit, die nach Umständen etwa 15 Secunden bis 2 Minuten
Anwendung von Brom weniger als 1 Minute dauern kann
gewartet, alsdann aber die Bedeckung eben so rasch wie
aufgesetzt. Dass weder beim Einbringen noch beim Hera
nehmen die Platte eine längere Zeit der Einwirkung
directen Tageslichts ausgesetzt werden dürfe, versteht sich
selbst. Man legt dann die herausgenommene Platte wied
den zum Iodiren verwandten Rahmen, bringt sie 45° ge
den Horizont geneigt in den hierzu bestimmten dunklen Ka
an dessen Boden in einem eisernen Schüsselchen sich etl
Unzen Quecksilber befinden, erhitzt dieses mit einer kle
untergesetzten Weingeistlampe bis 75° und erhält diese T
peratur so lange bleibend, bis das Bild in genügender D
lichkeit hervorgetreten ist. Um dieses zu beobachten, ent
der Kasten ein mit einem Schieber verschlossenes Fen
welches man entblössen kann, um hineinzusehen. Die her
genommene Platte wird dann sofort in einer wässerigen
sung von unterschwefligsaurem Natron etliche Mal hin und
geführt, die den unveränderten Iodüberzug wegnimmt, hie
mit siedendem Wasser abgespült, und das Bild ist fertig.
genannte Lösung besteht aus 1 Drachme Salz auf 1
destillirtes Wasser; für das Abspülen muss aber die P
schräg gestellt werden, und zwar so, dass das Wasser ab
fen kann, ohne Schmutz von den Fingern und sonstigen
genständen mit sich zu führen.

Neuerdings hat man ein Mittel angewandt, um die schw
Färbung noch dunkler zu machen und den Bildern mehr
stigkeit und Schönheit zu geben, welches mittelst der An
dung der Fizeau'schen Goldtinctur geschieht. Das hierfür
zuwendende praktische Verfahren besteht in Folgendem.
löst 1 Theil festes Goldchlorit in 960 Theilen Wasser
hebt diese sich nicht verändernde Lösung in einem geeig

1 Compt. rend. T. XVIII. p. 954.

Digitized by Google

Glase auf. Eben dieses geschieht mit einer Lösung von 3 Theilen unterschwefligsaurem Natron in 960 Theilen Wasser. Erst vor dem Gebrauche, weil die Mischung sich leicht zersetzt, giesst man die geeignete Menge der Goldsolution allmälig in kleinen Quantitäten und stets schüttelnd zu einer gleichen Menge der andern Lösung hinzu. Dann legt man die aus der Lösung des unterschwefligsauren Natron, wie oben angegeben, herausgenommene Platte in einen schmalen Ring, durch dessen feinen Rand oder kleine Häkchen sie festgehalten wird. Der Ring selbst hat einen dünnen Stiel, welcher zu grösserer Bequemlichkeit an einem geeigneten leichten Stativ so befestigt ist, dass man ihn zum Untersetzen einer Weingeistlampe höher oder niedriger stellen und zugleic beliebig gegen den Horizont neigen kann. Die eingelegte Platte wird dann etwa 60° gegen den Horizont geneigt, mit Wasser abgespült, sofort horizontal gestellt und mit der vorher bereiteten Goldtinctur so stark bedeckt, dass nichts abläuft, etwa eine halbe Linie hoch. Wird dann eine Weingeistlampe darunter gehalten, so beginnt die Platte dunkler zu werden, auch zeigen sich wohl Flecke, worauf man die Erhitzung etwas unterbricht, bis die Platte sich wieder heller zeigt. Sofort erhitzt man die Platte stark, bis das *Bild* sich in auffallender Schönheit zeigt und alle Flecke verschwunden sind, worauf man der Platte die frühere Neigung giebt, sie mit destillirtem Wasser überschüttet, von oben nach unten allmälig fortgehend durch eine untergehaltene Weingeistlampe erhitzt, und dabei fortwährend mit dem Munde dagegen bläst, damit nirgends ein Rand des Wassers mit den ihm anhaftenden Theilchen zurückbleibt. Hat die Platte nicht die gehörige Schönheit oder auch wohl Flecke erhalten, so muss man sie abermals in den Rahmen legen und das angegebene Verfahren wiederholen. Die Wirkung dieses Verfahrens beruht darauf, dass das niedergeschlagene Gold das Silber dunkler, das mit dem Quecksilber verbundene fester macht. Die fertigen Bilder bringt man in einen Rahmen und bedeckt sie zum Schutz gegen Verletzung mit einer Glasscheibe.

Eine Hauptsache beim Daguerreotypiren ist die Wahl des gehörigen Lichtes, und diejenigen, welche sich mehr damit beschäftigen, haben hierauf vorzüglich zu achten. Inzwischen lassen sich hierfür keine bestimmten Regeln angeben, vielmehr muss die nöthige Fertigkeit durch Uebung erlangt werden.

Digitized by Google

Beabsichtigt man leblose Gegenstände zu copiren, z. B. Hä
ser, Kirchen, Felsen u. s. w., da dunkle Gegenstände, als Bäu
und Landschaften, sich dazu nicht eignen, so bedarf man k
nes Zusatzes von Brom, weil der Lichteinfluss ohne Nachth
mehrere Minuten dauern kann und der Standpunct sich
wählen lässt, dass jene Gegenstände stark beleuchtet si
mithin das Bild sich bald erzeugt. In der Regel hab
diese Gegenstände auch einen dunkeln Grund hinter s
oder sind gegen den Himmel projicirt, dessen leichte Wol
im Bilde gleichfalls wiedergegeben werden. Die Schwierigk
ten mehren sich ausnehmend, wenn man portraitiren will. Hi
bei ist es unmöglich, dass eine Person die Gesichtszüge mi
tenlang nicht ändern, insbesondere aber sich des Blinzelns i
den Augen enthalten sollte, und daher ist entweder intens
Licht, oder ein Zusatz von Brom erforderlich, um den Proc
abzukürzen. Direct auffallendes Sonnenlicht darf man in d
sem Falle nicht wählen, auch ist es nicht vortheilhaft, w
dass zu portrairende Gesicht von verschiedenen Seiten her
leuchtet wird, weswegen ein Zimmer besonders dazu geei
seyn muss; meistens aber wählt man einen Platz im Fre
Für diesen Zweck wird zugleich ein dunkler Hintergrund g
wählt, wozu ein nicht allzu dunkles Grau am passendsten schei

Von verschiedenen Seiten wurde mitunter die Erzeug
farbiger Bilder bekannt gemacht, allein bis jetzt ist es n
gelungen, die natürlichen Farben der Körper im Daguerre
wieder zu geben, auch dürfte dieses mit der Einwirk
des Lichts auf die Reagentien unverträglich seyn; das n
herige Auftragen der Farben aber steht auf gewisse W
mit der Erzeugung der Daguerrebilder im Widerspruch. V
fach hat man darauf gedacht, die erhaltenen Bilder durch

---

1 Viele interessante und belehrende Resultate über das Verh
der iodirten Platten in weissem und farbigem Lichte theilt L. Mos
Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 179 ff. mit. Anweisungen zur Dagu
typie findet man in: Die Galvanoplastik für Künstler, Gewerbtrei
und Freunde der Numismatik u. s. w. von Charles Walker. Nach
10. Aufl. mit Anm. von Ch. Heinr. Schmidt. Weim. 1843. Photo
sche Künste. Gründlicher Unterricht über die Theorie und Praxis
Daguerrotypirens u. s. w. von G. T. Fischer. Mit Abbildungen. L
zig, 1844.

Digitized by Google

drucken zu vervielfachen, und es wäre allerdings wünschenswerth, dieses zu erreichen. Neuerdings hat FIZEAU[1] ein hierzu dienliches Verfahren vorläufig bekannt gemacht. Das Daguerrebild mit reiner Oberfläche wird in einer erhöheten Temperatur der Einwirkung einer Mischung aus Salpetersäure, salpetriger Säure und Chlorwasserstoffsäure ausgesetzt, die auf den schwarzen Stellen Silberchlorur erzeugt, ohne die weissen anzugreifen. Die hierdurch erzeugte Lage, welche die weitere Einwirkung der Säure hindert, lässt sich durch eine Auflösung von Ammoniak wegnehmen, worauf dann die nämlichen Stellen durch die Säure wieder angegriffen und tiefer geätzt werden. Weil aber die Aetzung dennoch nicht tief genug eindringt, so überzieht man die so behandelte Platte mit einem trocknenden Oel, z. B. Leinöl, nimmt dieses von den blank gebliebenen Stellen weg, vergoldet dann die Platte galvanisch, und da hierbei die geätzten Stellen wegen des anhaftenden Oels frei bleiben, so nimmt man Letzteres nachher mit kaustischem Kali weg und behandelt dann die Platte mit Salpetersäure, bis sie zum Abdrucken tief genug geätzt ist. Weil endlich das Silber zum Abdrucken nicht hinlängliche Härte besitzt, so versieht man die Platten zuletzt mit einem galvanisch erzeugten Kupferüberzuge.

Es ist oben bereits erwähnt worden, dass man seit längerer Zeit Papiere kennt, die durch den Einfluss des Lichts verändert werden. Seit der Erfindung der Daguerreotypie hat man vielen Fleiss darauf verwandt, solche Papiere und Zeuge, die dem Einflusse des stärkeren oder schwächeren Lichtes proportional verändert werden und daher die auf sie gefallenen Bilder wiederzugeben sich eignen, aufzufinden, auch scheinen einige Versuche dieser Art gelungen zu seyn, indess stehen die auf diese Weise erzeugten Bilder denen nach DAGUERRE's Verfahren gewonnenen weit nach, und man hat daher noch keine als sicher geltende Methode adoptirt, obgleich es möglich ist, dass auch diese Kunst künftig eine grössere Vollkommenheit erhält. DAGUERRE selbst empfiehlt schwach geleimtes Papier mit Salzäther, der mit der Zeit durch lang-

---

1 Compt. rend. T. XIX. p. 119. Ueber die älteren Verfahrungsarten s. Galvanoplastik.

Bd. zu Gehler's Wörterb. E

same Zersetzung sauer geworden ist, zu tränken und an Luft oder in gelinder Wärme trocknen zu lassen und di dann mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxy destillirtem Wasser zu tränken. Dieses Papier soll dau völliger Dunkelheit und bei nur gelinder Wärme getro und in einem Buche liegend gepresst werden, damit w Licht noch Wärme darauf wirken. Wird dasselbe dem drucke ungleich intensiven und ganz fehlenden Lichtes au setzt, so entsteht eine der Intensität des Lichtes im aufla den Bilde proportionale Färbung, das Salz lässt sich von nicht veränderten Stellen durch destillirtes Wasser wegwa und man hat eine bleibende Zeichnung. Die Empfindlic dieses Papiers nimmt mit der Zeit sehr merklich ab[1]. schiedene andere Zubereitungsarten des gegen Lichteind empfindlichen Papiers haben namentlich auch DRAPER und angegeben[2].

Das Verfahren, Lichtbilder auf Papier zu erzeugen, hat sen eigentlicher Erfinder TALBOT, welcher die Sache im 1828 zuerst bekannt machte, durch den Namen Kalotypi zeichnet[3]. Er nimmt hierzu glattes, gleichmässig dicke leimtes Papier ohne Wasserzeichen, bestreicht es mittelst Pinsels auf einer Seite mit einer Lösung von 100 Gran stallisirten salpetersauren Silberoxyds in 6 Unzen desti Wassers, trocknet es dann im Dunkeln langsam, bestrei auf der nämlichen Seite mit einer Lösung von 100 Iodkalium in einer Pinte Wasser und trocknet es wiede es Monate lang im Dunkeln aufzuheben. Vor dem Gebrauche tet er eine Lösung von 100 Gran salpetersauren Silberox 2 Unzen destillirten Wassers und setzt 0,2 des Volumens Essigsäure hinzu. Gleichzeitig wird krystallisirte Gallu bis zur Sättigung in Wasser gelöst, von beiden Fl keiten werden gleiche Volumina, so viel man jederzeit g chen will, vermischt, und das Papier mit dieser Mischun strichen, dann nach etwa 30 Secunden abgewaschen und

1 Compt. rend. T. VIII. p. 246. Poggendorff Ann. Bd. X S. 217.

2 Lond. and Edinb. Phil. Magaz. T. XVI.

3 Vergl. Some Account of the art of photogenic drawing. 1839. 4.

Digitized by Google

schen Fliesspapier getrocknet, alles jedoch bei Kerzenlicht. Solches Papier bringt man in die Camera obscura, lässt es 1 bis 3 Minuten, je nach der Stärke des Lichts, in derselben, nimmt es heraus, und übergiesst es mit der zuletzt beschriebenen Flüssigkeit, worauf das Bild während des Trocknens im Dunkeln rasch hervortritt. Um es zu fixiren, wird es mit einer Auflösung von 100 Gran Bromkalium in 8 bis 10 Unzen Wasser gewaschen und nach 1 bis 2 Minuten wieder getrocknet. Die so erhaltenen Bilder sind negative, d. h. die vom Licht am stärksten getroffenen Stellen sind am dunkelsten, geben aber, wegen ihres Durchscheinens, leicht Copieen. Um diese zu verfertigen, wird das Bild über ein Stück Kalotyppapier, dann mit diesem auf ein Bret gelegt, mit einer klaren Glasscheibe bedeckt und dem Sonnenlichte ausgesetzt. Statt des Kalotyppapiers wendet TALBOT hierbei auch mit salpetersaurer Silbersolution und nachher mit Kochsalzwasser getränktes Papier an. Die Bereitung des Kalotyppapiers nach DRAPER, HUNT, FERGUSON und Andern übergehe ich, weil die Methoden zu sehr zusammengesetzt und die Resultate zu wenig werthvoll sind. COOPER bringt das Papier einige Minuten in eine siedende Lösung von chlorsaurem Kali, trocknet es und benetzt es auf einer Seite mit der genannten Silbersolution, DAGUERRE taucht es in Salzäther, welcher lange gestanden hat, trocknet es, taucht es in salpetersaure Silbersolution und trocknet es abermals im Dunkeln. Es ist anfangs sehr empfindlich. Das Verfahren GOLDING BIRD's ist dem von TALBOT angewandten sehr ähnlich. Am empfindlichsten und besten ist Brompapier. Man löst 100 Gran Bromkalium in 1 Unze destill. Wasser, taucht das Papier hinein, entfernt die Feuchtigkeit durch Fliesspapier und trägt, wenn es beinahe trocken ist, bloss auf eine Seite eine Auflösung von 100 Gran salpetersaurem Silberoxyd in 1 Unze Wasser. Im Dunkeln getrocknet wird es empfindlicher, wenn man es zum zweiten Male mit Silbersolution überzieht. Die mit Silber übertragene Seite muss vorher bezeichnet werden, um sie nicht mit dem Finger zu berühren.

Um auf diesem Papiere ein Lichtbild zu erzeugen, wird ein geeignetes Stück auf ein Bret, mit der präparirten Seite nach aussen, und die abzubildenden Gegenstände, als Schmetterlinge, Blätter, Kupferstiche, mit Firniss gedeckte und gravirte Glasplatten u. s. w., darüber gelegt, alsdann mit einer Glas-

E*

Digitized by Google

scheibe bedeckt und den Sonnenstrahlen bis zur genügend
Schwärzung ausgesetzt. Alle die Stellen, welche völlig ge-
den Einfluss des Lichts geschützt sind, bleiben unverände
die vom durchgehenden Lichte getroffenen werden nach d
Verhältnisse seiner Intensität dunkler gefärbt. Das heraus
nommene Papier wird dann in Salzwasser oder in eine L
sung von 25 Gran Iodkalium in 1 Unze Wasser getaucht, w
durch das unverändert gebliebene Chlorsilber weggenom
wird; am besten eignet sich hierzu die Auflösung von 1 U
unterschwefligsauren Natrons in 1 Pinte Wasser, in wel
man das Papier taucht, nachdem man es vorher mit lauem W
ser gewaschen hat. Die so erzeugten Bilder sind eigentl
umgekehrte, sofern die dunkelsten Stellen weiss werden;
man sie wieder umkehren, so legt man sie abermals auf p
parirtes Papier und wiederholt das angegebene Verfahren.

Talbot wendet zum Kalotypiren ein anderes, v
empfindlicheres und daher weit geeigneteres Papier an. M
löst, um es zu bereiten, 100 Gran krystallisirtes salpeters
res Silber in 6 Unzen Wasser auf und überzieht mit
eines feinen Pinsels mit dieser Solution die eine bezei
nete Seite des Papiers. Wenn es beinahe trocken ist, ta
man es einen Augenblick in eine Solution von 500 G
Iodkalium in 1 Pinte Wasser, wäscht es mit destillirtem W
ser, lässt es abtröpfeln und trocknet es im Dunkeln. Di
iodirte Papier ist wenig empfindlich und lässt sich la
aufbewahren. Dann löst man 100 Gran krystallisirtes, sa
tersaures Silber in zwei Unzen Wasser, zu dem der sec
Theil seines Volumens (2⅔ Drachmen) starke Essigsäure
setzt ist, und bewahrt diese Solution sorgfältig gegen
Licht geschützt in einer gläsernen Flasche; ausserdem ber
man eine gesättigte Auflösung von Gallussäure in kaltem W
ser und bewahrt auch diese für sich. Will man ein Bild
zeugen, so giesst man gleiche Mengen beider Solutionen in
nen Quantitäten zusammen und überzieht mittelst eines f
Pinsels die bezeichnete Seite des iodirten Papiers damit
Kerzenlicht, am sichersten, wenn dieses durch ein gelbes
fällt, um jeden zersetzenden Einfluss zu verhüten. Eine h
Minute nachher taucht man das Papier ins Wasser, läss
abtröpfeln, nimmt die überflüssige Feuchtigkeit mittelst Fl
papiers weg, und das Papier ist zum Versuche fertig. Es

Digitized by Google

sitzt eine grosse Empfindlichkeit, so dass sich in einer Minute ein Lichtbild in der Camera obscura auf demselben erzeugen lässt, doch hängt die Zeit von der Art des abzubildenden Gegenstandes und der Intensität des Lichtes ab. Ist das Papier aus der Camera mit Vermeidung des Lichteinflusses herausgenommen, so wird es in der angegebenen, vereinten Solution gewaschen, und dann erwärmt, am besten in einem flachen Gefässe, welches in heissem Wasser steht, wodurch das Bild allmälig in kurzer Zeit sichtbar hervortritt, indem die durch das Licht afficirten Stellen dunkel hervortreten. Um es zu fixiren, taucht man es in Wasser, trocknet es mit Fliesspapier und wäscht es in einer Solution von 100 Gran Bromkalium in 10 Unzen Wasser, minder vortheilhaft in einer gesättigten Kochsalzsolution, wäscht es abermals mit Wasser und trocknet es. Diese Bilder lassen sich umkehren und vervielfachen, wenn man sie nach dem angegebenen Verfahren auf photographisches Papier legt und dem Lichte aussetzt. Ist es hierdurch nach und nach schwächer geworden, so kann man es wieder herstellen, wenn man es abermals in die angegebene gemischte Flüssigkeit taucht und nach der hierfür ertheilten Vorschrift weiter verfährt, so dass sich das Bild sehr vervielfältigen lässt.

Das Chrysotypiren ist eine kaum bemerkenswerthe, von J. Herschel aufgefundene Abart des Kalotypirens, welche daher den Namen erhalten hat, dass das dazu verwandte Papier mit einer Goldsolution präparirt wird. Dasselbe wird nämlich in einer Auflösung des citronensauren Eisenoxydul-Ammoniaks gewaschen, dann getrocknet und mit einer Auflösung von Kalium-Eisen-Cyanid überstrichen. Nach dem Trocknen im Dunkeln wird es auf die gewöhnliche Weise zur Erzeugung der Bilder benutzt, die dann durch eine neutrale Goldsolution zum Vorschein kommen, statt deren man auch, wie Herschel später fand, eine Silbersolution verwenden kann. Eine gleiche Bewandtniss hat es mit dem Cyanotypiren oder Ferrotypiren, weil eine Verbindung von Eisen und Cyan angewandt wird, um blaue Bilder zu erhalten. Zu diesem Ende trägt man eine starke Auflösung von citronensaurem Eisenoxydul-Ammoniak mittelst eines Pinsels auf das Papier, lässt auf die angegebene Weise das Licht darauf wirken und benetzt es dann gleich und gleichmässig mit einer Auflösung des gewöhnlichen gelben Kalium-Eisen-Cyanürs, wodurch das negative Bild

Digitized by Google

in ein positives von violetter Farbe auf einem grünlich gel Grunde übergeht. **Anthotypiren** geschieht nach HERSCH wenn man Lichtbilder auf Papier erzeugt, welches mit dem g stigen Extracte irgend eines Pflanzenfarbestoffes imprägnirt

HUNT wendet statt der plattirten Platten auch Papier z Daguerreotypiren an, allein das Verfahren ist schwieriger minder sicher, wenn gleich die erzeugten Bilder sehr sc seyn sollen. Schwerlich werden sie diejenigen übertref welche namentlich VOIGTLÄNDER gegenwärtig erzeugt. In: schen behauptet HUNT.[1], eine gewisse Bereitung des Papiers : gefunden zu haben, die sich leicht bewerkstelligen lässt ein Präparat liefert, welches auf längere Zeit in einer Ma aufbewahrt sofort zur Erzeugung negativer Bilder tauglich die dann zum Copiren und Erzeugen positiver sich eig Gutes, nicht streifiges Briefpapier wird mit einer Lösung 2 Drachmen Bernsteinsäure, 0,5 Drachmen arabischem Gu und 1,5 Drachmen Wasser überstrichen und getrocknet, d mit einer Auflösung von 1 Drachme salpesersaurem Silbe 1 Unze Wasser getränkt und im Dunkeln getrocknet, wo man es in einer Mappe aufbewahren kann. Binnen 2 bi Minuten erzeugt sich im Sonnenschein das Bild in der Ca obscura. Nach dem Herausnehmen des dann noch weissen piers wird es mit einer gesättigten Lösung von 1 Drac Eisenvitriol im Wasser verbunden mit 2 bis 3 Drachmen G miwasser mittelst einer weichen Bürste überstrichen, wod das Bild zum Vorschein kommt. Dieses muss im Sch geschehen; man nimmt das schwefelsaure Eisen mittelst Schwammes weg, reinigt das Papier mit Wasser, überzieht um das Bild zu fixiren, mit Ammoniak oder einer Lösung unterschwefligsaurem Natron und wäscht es endlich mit re Wasser. Im Ganzen kann man dieses Verfahren weder noch leicht nennen, und auf jeden Fall muss das Papier dauerhaft seyn, wenn es alle diese Processe aushalten ohne durch ungleiches Zusammenschrumpfen die Bilder zu zerren. HUNT giebt diesem Verfahren abermals einen n Namen, nämlich **Energiatypie**.

Die allgemeine Bekanntwerdung der eben beschrieb

5 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. CLXII. T. XXIV. p. 544.

Digitized by Google

Erfindung DAGUERRE'S hatte eine andere zur Folge, die gleichfalls kurz erwähnt zu werden verdient. So wie das Licht chemische Wirkungen erzeugt, die seiner Intensität proportional sind, glaubte MOSER gefunden zu haben, dass ein unsichtbares Licht diesen ganz gleiche Erscheinungen hervorbringe. Allerdings streitet es gegen das in der Natur wohl allgemein herrschende Gesetz der Stetigkeit, wonach die Wirkung der Ursache proportional zu seyn pflegt, anzunehmen, dass die Intensität des Lichteinflusses mit seiner Verminderung abnehmen, ganz verschwinden und bei fortdauernder Abnahme wieder hervortreten solle, wie denn überhaupt der Begriff eines unsichtbaren Lichtes einen innern Widerspruch einzuschliessen scheint. Wenn das Licht, die Schwingungen des Lichtähers, überall den Sehnerv nicht mehr zu afficiren vermögen, so scheint damit der Begriff, den wir uns vom Wesen des Lichts gebildet haben, aufzuhören, und wenn wir dennoch Erscheinungen gewahren, die denen durch Licht erzeugten ähnlich oder wohl gar mit ihnen identisch sind, so liegt es wohl näher, irgend eine andere sie erzeugende Kraft anzunehmen, als ein unsichtbares, also seiner Wesenheit beraubtes Licht. Wirklich wurde auch sehr bald dargethan, dass die dem unsichtbaren Lichte beigelegten Wirkungen durch andere Kräfte hervorgerufen wurden.

Übergehen wir das, was LUDWIG MOSER, der Entdecker des vermeintlichen unsichtbaren Lichtes, zur näheren Bezeichnung desselben und zur Nachweisung seiner Existenz und anderweitigen Wirksamkeit beibringt, so beruht die ganze Sache auf folgenden Versuchen. Die bekannte Thatsache, dass eine Glastafel, auf welcher man mit einer beliebigen Substanz gestrichen und die man dann gereinigt hat, beim Behauchen die Schriftzüge zeigt, dehnte er unter vielfachen Modificationen auf die verschiedensten Körper und Dämpfe aus, und gründete hierauf die Folgerung: „wenn eine Oberfläche an einzelnen Stellen von irgend einem Körper berührt worden ist, so hat sie die Eigenschaft erhalten, alle Dämpfe, die überhaupt an ihr adhäriren oder mit denen sie eine chemische Verbindung eingeht, an diesen Stellen anders als an den unberührten Stellen zu condensiren.“ Unter andern, für wichtig gehaltenen Versuchen iodirte MOSER eine Silberplatte bei Nacht und sogar ohne Kerzenlicht, legte dann eine vertieft geschnit-

tene Achatplatte, eine gravirte Metallplatte, einen Hornri
u. s. w. darauf, brachte sie dann in die Quecksilberdäm
und sah hierdurch die Figuren deutlich zum Vorschein komm
Eine auf ähnliche Weise behandelte Platte zeigte gleichfalls
der, nachdem sie dem Tageslichte ausgesetzt worden war. Hier
wird die Folgerung gegründet, dass die Berührung glei
Wirkungen erzeuge, als das Licht. Um blosse sehr gro
Annäherung der wirklichen Berührung, die übrigens bei m
chen Versuchen nicht im strengsten Sinne stattgefunden hal
konnte, zu substituiren, wurden auf eine mit vielen Figuren g
virte Achatplatte schmale Glimmerstreifchen und auf diese
Silberplatte gelegt, so dass der Abstand 0,2 Lin. betrug
man bequem zwischen beiden durchsehen konnte. Als
Achatplatte nach einigen Stunden den Quecksilberdämpfen a
gesetzt war, zeigten sich alle auf der Achatplatte befindl
Figuren deutlich. Auf die Resultate dieser und vieler ande
mehrfach modificirter Versuche gründete Moser den Schl
dass man jeden Körper für einen selbstleucht
den, d. h. unsichtbares Licht ausstrahlenden, h
ten müsse[1].

Moser hat in späteren Abhandlungen diese Ansicht n
abgeändert, sondern nur modificirt und erweitert. Hiern
soll es ein latentes Licht, wie eine latente Wärme geben,
bei wohl übersehen ist, dass die latente Wärme, so lange
nicht zur freien übergeht, keine Wirkungen hervorbringt,
wohl sie den Körper in dem einmal angenommenen Zust
erhält. Das latente oder unsichtbare Licht soll ferner gew
Farben haben, die aus der eigenthümlichen Art seiner Wirk
gen, verglichen mit denen durch sichtbares farbiges Licht
vorgerufenen, gefolgert werden[2]. Wenn dieses zur Anna
der Gleichheit der Licht- und Wärmestrahlen zu führen sch
so erklärt sich doch Moser entschieden hiergegen, und
zur Unterstützung dieser Ansicht einige allerdings der Be
tung werthe Thatsachen aufgestellt. Dahin gehören die sc
fen Umrisse der Daguerrebilder im Gegensatze der allseit
Ausbreitung der Wärme, die geringe chemische Wirksam

1 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 177. 569.
2 Ebendas. Bd. LVII. S. 1.

Digitized by Google

der rothen Strahlen, die dennoch die grösste Wärme geben, und die chemische Wirksamkeit der Mondstrahlen. In eine kleine Camera obscura mit einer Linse von 7 Lin. Durchmesser wurde eine mit Chloriod-Dämpfen präparirte Platte gebracht und auf den Mond gerichtet. Nachdem dieser vorübergegangen und die Platte den Quecksilberdämpfen ausgesetzt war, zeigte sich deutlich die Mondbahn. Dass endlich die Wärme diejenigen chemischen Veränderungen nicht hervorbringe, welche das Licht erzeugt, war längst bekannt und wird durch das Verhalten des Silberiodids bestätigt[1].

Noch neuerdings hat übrigens MOSER die Behauptung, dass im Quecksilberdampf latentes Licht vorhanden sey, vertheidigt und durch folgenden Versuch unterstützt. Wird eine bis zum ersten Gelb iodirte Silberplatte über einer Weingeistlampe etwa eine Minute lang erhitzt, so wird das Iodsilber erst dunkler, dann milchweiss. Diese weisse Substanz ist sehr empfindlich gegen das Licht, wird darin stahlgrau und darf daher dem direct auffallenden nicht ausgesetzt werden. Nachdem sie erkaltet, bringt man sie hinter einem ausgeschnittenen Schirme, der bis zu einer Linie von ihr abstehen kann, über bis 60° R. erhitztes Quecksilber, lässt dieses bis 30° erkalten, und findet sie dann überall, wo Quecksilber hinkam, stahlgrau angelaufen, nicht gerade so, als ob sie mit dem ausgeschnittenen Theile des Schirmes den Lichtstrahlen ausgesetzt gewesen wäre. Der Quecksilberdampf, sonst weiss, erzeugt hier durch sein latentes Licht die graue Farbe. — Schwerlich dürfte aber dieser Beweis als ein genügender zur Annahme eines latenten Lichtes dienen, denn man hat es hierbei nicht mit den an sich weissen Quecksilberdämpfen, sondern mit solchen zu thun, die sich mit Iodsilber verbunden haben[2].

Die neue Entdeckung erregte allgemeine Aufmerksamkeit und es wurden bald ähnliche Erscheinungen erzeugter Bilder aufgefunden. BREGUET hatte oft bemerkt, dass die Inschriften der Namen der Uhrmacher auf dem feinen Deckel des Uhrwerkes auf der blanken Innenfläche des Gehäuses sich deutlich abbilden, und OERTLING erwähnte, dass die Messingplatten,

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 105.
2 Ebendas. Bd. LIX. S. 48.

Digitized by Google

in denen die mit parallelen Flächen zu schleifenden Gläser l
gen, mit Löchern versehen zu seyn pflegen, deren Bilder da
oft ohne Weiteres, auf jeden Fall aber beim Anhauchen, sich
bar werden[1]. Nach der Angabe von MOSER selbst gelang
RAUCH in den Besitz einer Glasscheibe, welche unangerührt
Jahre vor einem Kupferstiche gesessen hatte, und bemerk
dass ein Bild des letzteren auf ihr sichtbar war[2]. Ich sel
besitze ein kleines geschliffenes Trinkglas von feinem Gla
welches ungefähr in der Mitte von einem ziemlich scharf b
grenzten, zwei Linien breiten, hellblauen Ringe umgeben i
der sich auf keine Weise wegwaschen lässt. Bei Gelegenh
meiner Versuche über die Ursache der Färbungen alter Fenst
scheiben habe ich mittelst der Anwendung von verdünnter s
petersaurer Silbersolution eine Menge Figuren und Schriftzü
von verschiedener Färbung auf Spiegelglasscheiben erzeugt u
die gelungensten Exemplare der Societät zu Harlem übersan
Solche feine, aber ohne alles Anhauchen sehr deutlich sic
bare Ueberzüge sitzen durch Adhäsion so fest, dass nur a
greifende Polirmittel sie zu entfernen vermögen; sie erhal
auf Glas zuweilen eine bedeutende Dicke, so dass sie d
abschilfern, erzeugen sich aber auch auf sonstigen polir
Flächen der verschiedensten Körper. Das interessanteste B
spiel ist ohne Zweifel das der wunderthätigen Glasscheibe von Abs
in Tyrol, wovon MARX aus einem Werke[3] Nachricht giebt, und w
von ich selbst bei meinem Aufenthalte in diesem Lande im Jahre 18
viel reden hörte. Es zeigte sich zufällig auf einer Fensterscheib
ein durch Waschen nicht zu entfernendes Marienbild, welc
noch jetzt für wunderthätig gilt, und manche Bewohner T
rols aus den untersten Classen sind nicht damit zufrieden, d
die höheren Behörden es hierfür nicht gelten lassen. Die U
tersuchung hat aber herausgestellt, dass keineswegs ein B
trug zum Grunde liegt, dass aber der Glaser diese Sche
aus einem Vorrath alter, von ihm angekaufter, eingesetzt h
auf welcher ohne Zweifel früher ein vergoldetes Marienb
gemalt war, wie man diese häufig findet. Aehnliche Bilder
einer alten Glasscheibe entdeckte auch MEISTER zu Freysi

---

1 Compt. rend. T. XV. p. 450. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 3
2 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 108.
3 Das Land Tyrol. Bd. I. S. 402.

Digitized by Google

und es würden sicher noch viel mehr aufgefunden werden, wenn es der Mühe werth wäre, solche leicht erklärliche Erzeugnisse jederzeit bekannt zu machen [1].

Bald nach der Bekanntwerdung der Moser'schen Entdeckung im Anfange des Jahres 1843 wurden in öffentlichen Blättern Nachrichten von der Erfindung von Wärmebildern bekannt gemacht, wonach sich also die Thermographie der doppelten Photographie mit sichtbaren und unsichtbaren Lichtstrahlen anschloss. Der Erfinder dieser neuen Kunst ist Knorr, Professor in Kasan, und wenn man das Wesentlichste der Sache kurz zusammenfasst, so läuft dieses auf folgende Hauptsätze hinaus. Es giebt zweierlei Arten von Bildern, die der ersten Art oder die Moser'schen, und die der zweiten Art, die von ihm erfundenen oder thermographischen, die er indess beide vom Einfluss der Wärme abzuleiten geneigt ist, indem er zwar die Nichtexistenz eines dunkeln Lichtes zu beweisen sich nicht getraut, für sich aber das Vorhandenseyn derselben bezweifelt. Die Bilder der ersten Art entstehen durch Berührung oder Annäherung der Körper bis zu unmessbarer Entfernung, wobei jedoch die Wärme gleichfalls nicht ohne Einfluss ist, denn bei 0° C. constanter Temperatur der Platten und der abzubildenden Körper erfolgt die Abbildung langsam, unsicher und ist überhaupt zweifelhaft, wurden aber Platten und Körper bei —18° und —23° R. 6, 12 und 20 Stunden in Berührung gelassen, so erzeugten Ioddämpfe keine Figuren, obgleich diese bei gleichen Präparaten, die in einer Temperatur von ungefähr 15° hergestellt waren und dann in die künstliche Kälte gebracht wurden, nach der nämlichen Zeit selbst durch den Hauch kenntliche Bilder zeigten. Die zur Erzeugung thermographischer Bilder dienenden Platten müssen polirt seyn, können aber den verschiedensten Körpern angehören, obgleich polirte Metallplatten, namentlich kupferne, sich am besten dazu eignen, und ebenso können die aufzulegenden, mit Figuren versehenen Körper aus Steinen, Glasarten und Metallen bestehen, wenn sie nur der jedesmal erforderlichen, übrigens zwischen sehr weite Grenzen eingeschlossenen Temperatur widerstehen. Der Methoden des Thermographirens giebt es fünf, die sich im Grunde nicht wesentlich von einan-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 636.

Digitized by Google

der unterscheiden. 1) Beide Körper, die polirte Platte und abzubildende, wir wollen allgemein sagen graphirte, Kör werden auf einander gelegt und gemeinschaftlich erhi 2) beide werden erhitzt, zusammengelegt und durch Aufle auf kaltes Eisen schnell abgekühlt: 3) beide werden nach Vereinigung bis 60° R. erwärmt und gehen dann auf wöhnliche Weise wieder bis zur mittleren Temperatur her 4) beide Körper werden nach der Erhitzung vereint und d noch weiter erhitzt, und endlich 5) der abzubildende Kör wird bis zu den Grenzen, die zwischen der Temperatur siedenden Wassers und der des gelbanlaufenden Stahls lie erhitzt und auf die kalte Platte gelegt, worauf binnen 8 15 Minuten die Figuren entstehen. Knorre bestreitet die sicht, als ob bei diesen Processen Theilchen des einen K pers zum andern, und zwar mit qualitativen oder quantitati Unterschieden der vertieften oder erhabenen Stellen des g phirten Körpers, übergeführt würden, und betrachtet die R sultate vielmehr als eigenthümliche Wirkungen der Wär strahlen[1].

Nicht sowohl als neue Erfindung, sondern vielmehr als W derholung bekannter Thatsachen hat Robert Hunt eine Me Versuche bekannt gemacht, die zur Classe der eben erwä ten gehören. Nächste Veranlassung hierzu gab eine Aeus rung Draper's im Septemberhefte des Lond. and Edinb. P Magaz. von 1840, wonach man auf eine sehr kalte Glassch oder einen Metallspiegel einen Gegenstand, z. B. ein St Metall, legen, die Platte anhauchen, dann den Gegenstand v sichtig abheben und die Platte abermals anhauchen soll, selbst mehrere Tage anhaltend ein deutliches Bild zu erhalt wovon er die Ursache in einer gewissen geheimnissvollen Mole laränderung der gebrauchten Platten findet. Diese Versu wiederholte Hunt, indem er namentlich Münzen und Medai auf polirte Platten legte, letztere erhitzte, nach Wegnahme aufliegenden Körper den Quecksilberdämpfen aussetzte deutliche Figuren entstehen sah. Die Anwendung des elekt schen Stromes und der Flaschenschläge zeigten keine Wirku bei Münzen, die auf einer versilberten Kupferplatte lagen; n Wegnahme des Silbers aber kamen durch Erwärmung

1 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 320 und 563.

Digitized by Google

Platte und starke Flaschenschläge kenntliche Figuren zum Vorschein. DRAPER nahm die oben bereits erwähnten Versuche, Kupferstiche auf iodirtem Papiere durch Anwendung künstlicher Wärme zu copiren, wofür er den Namen Thermographie erfunden hatte, wieder auf, legte Druckschrift auf eine wohl polirte Kupferplatte, und fand nach Anwendung der Quecksilberdämpfe die Umrisse sehr getreu auf das Metall übergetragen. Die genügendsten Resultate gab folgendes Verfahren. Eine gut polirte Kupferplatte wird mit salpetersaurem Quecksilber abgerieben und rein abgewaschen, nach dem Trocknen aber durch Auftragen von etwas Quecksilber mittelst Leder spiegelhell gerieben. Auf diese Fläche legt man das zu copirende Blatt, einige Lagen weiches, reines Papier darüber und drückt dasselbe durch eine Scheibe Spiegelglas oder Metall genau an. In diesem Zustande bleibt das Präparat etliche Stunden, doch wird diese Zeit beträchtlich abgekürzt, wenn man die Platte von unten gelind erwärmt, ohne das Quecksilber zum Verdampfen zu bringen. Setzt man demnächst die Platte den langsam entwickelten Quecksilberdämpfen aus, so erscheint nach wenigen Secunden das Bild, indem der Quecksilberdampf diejenigen Theile angreift, welche den weissen Theilen des bedruckten Papiers zugehören. Nimmt man demnächst die Platte aus dem Quecksilberkasten und setzt man sie in einem andern den Joddämpfen nur kurze Zeit aus, so greifen diese die vom Quecksilberdampf freigelassenen Stellen an und schwärzen sie, wodurch man eine schwarze Copie der bedruckten Stellen des Papiers auf grauem Grunde erhält[1].

MOSER erklärt sich über die eben erwähnten Versuche, und rügt zuerst, dass ROBERT HUNT sich für den Erfinder von Erscheinungen ausgegeben habe, die von ihm selbst schon früher bekannt gemacht worden seyen. Inzwischen ist dieser Vorwurf ungegründet, denn der Britte sagt ausdrücklich, dass er zu seinen thermographischen Versuchen durch die Bekanntmachung gewisser Erscheinungen veranlasst worden sey, die sein Landsmann DRAPER anscheinend zufällig beobachtete und fast zwei Jahre früher der Oeffentlichkeit übergab; ausserdem aber bemerkt er ausdrücklich, dass MOSER beschäftigt sey, diese neue Classe wich-

[1] Lond. and Edinb. Philos. Mag. T. XXI. p. 462. Poggendorff a. Bd. LVIII. S. 326.

Digitized by Google

tiger Erscheinungen weiter zu verfolgen. Moser bestrei dass die durch Hunt und Knorre erzeugten Bilder der Wä ihren Ursprung verdanken, allein er übergeht dabei die ne tiven Resultate, welche Knorre bei Temperaturen unter Gefrierpuncte erhielt, und diesemnach ist seine Widerleg um so weniger vollständig, je hypothetischer die von ihm genommenen unsichtbaren Lichtstrahlen sind; denn Wärme bei einer kaum zu vermeidenden Ungleichheit der Inten jederzeit um so mehr von einem Körper zum andern überg je grösser der Unterschied der Temperaturen beider ist, offenbar bei allen beschriebenen Versuchen vorhanden. W aber bei tiefen Kältegraden wirklich keine Bilder erzeugt w den, so ist die Folgerung kaum abzuweisen, dass Wärme gewisser Intensität zu ihrer Erzeugung unerlässlich sey, wor dann weiter gefolgert werden könnte, dass Moser zwar Summe der zum Theil schon bekannten Thatsachen bedeut erweitert, Knorre aber die eigentliche Ursache derselben gefunden habe. So viel scheint wohl unzweifelhaft, dass jenige Kraft, welche die Erzeugung der beschriebenen Bi bewirkt, durch Wärme merklich verstärkt werde, schwer aber werden die dunkeln Lichtstrahlen Moser's, noch wen aber die von Draper vermeintlich aufgefundenen titho schen Lichtstrahlen, die ausser den leuchtenden, wärmen und chemischen von leuchtenden und sogar auch dunkeln K pern ausgehn sollen, sich des Beifalls der Physiker erfre Um die Stärke der indigo-tithonischen Lichtstrahlen zu m sen, hat Draper später einen eigenen Apparat, Titho meter genannt, erfunden[2].

Mehrere französische Gelehrte, unter denen vorzugsw Fizeau genannt werden kann, wiederholten sofort nach Bekanntwerdung der neuen Entdeckung die von Moser an gebenen Versuche und erhielten im Ganzen ähnliche gleiche Resultate, leiteten diese aber mit entschiedener Ver fung eines unsichtbaren latenten Lichts von einem auf

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 155. Hunt's Vertheidigung g Moser in Lond. and Edinb. phil. Magaz. T. XXIII. p. 415.

2 S. ebend. p. 401 und die neuesten Untersuchungen ebend. CLXIII. T. XXV. p. 1. N. CLXIV. T. XXV. p. 103.

Digitized by Google

meisten Körpern vorhandenen, namentlich auch aus der Luft abgegebenen Schmutze her. Hierzu berechtigt hauptsächlich der Umstand, dass die nämlichen Körper, wenn sie wiederholt zur Erzeugung der Moser'schen Bilder verwandt wurden, je nach ihrer Härte oder Lockerheit und dem hierdurch bedingten stärkeren Festhalten der anklebenden Substanzen, zunehmend schwächere Bilder erzeugten und zuletzt ganz unfähig wurden[1]. MOSER stellt an FIZEAU, dessen und DAGUERRE'S Entwürfe allein ihm bis dahin bekannt gewesen zu seyn scheinen, die Forderung, er möge die Versuche wiederholt mit Körpern anstellen, auf denen sich kein Schmutz befinde, und zugleich unter den von ihm, MOSER, angegebenen Bedingungen, um von der Hypothese eines vorhandenen Schmutzes zurückzukommen[2]. Inzwischen bleiben alle französische Gelehrte, die seitdem die neue Entdeckung prüften, der durch FIZEAU aufgestellten Hypothese getreu, und eine absolut genügende Widerlegung derselben ist auch durchaus unmöglich. Jedes Reinigen der Körper geschieht durch Abwischen oder Abwaschen, wobei in Folge der Adhäsionsgesetze von den berührenden Substanzen unmessbar kleine Theilchen nicht bloss zurückbleiben können, sondern sogar wohl müssen; nicht zu gedenken, dass jeder der Luft frei ausgesetzte Körper nach längerer Zeit einen sehr leicht wahrnehmbaren, mitunter starken Schmutzüberzug erhält, welcher wohl unmessbar dünn seyn muss, dennoch aber füglich ebenso gut gewisse Wirkungen hervorbringen kann, als der gleichfalls unmessbar dünne Iodüberzug. Von diesen Ansichten geht auch Dr. ERDWIN WAIDELE aus, welcher in einem ausführlichen Aufsatze durch viele Versuche nachweist, dass namentlich die von allen Körpern absorbirten Gase einen bedeutenden Einfluss auf die Erzeugung der Daguerrebilder haben und den Moser'schen Bildern ursächlich zum Grunde liegen[3]. Allerdings stellt MOSER diesen Einwendungen das Argument entgegen, dass es der unmittelbaren Berührung zur Erzeugung dieser Bilder nicht bedürfe, indem diese vielmehr auch nach einer Annäherung bis zu einer geringen, aber noch messbar

---

1 Compt. rend. T. XV. p. 896. T. XVI. p. 397. Poggendorff Bd. LVIII. S. 592.
2 Poggendorff Ann. Bd. LX. S. 40.
3 Ebend. Bd. LIX. S. 255.

Digitized by Google

bleibenden Entfernung zum Vorschein kommen. Allein a
dieses ist ungenügend. Denn einmal ist noch nicht ermit
bis zu welcher Entfernung sich die Adhäsionskraft erstre
sofern es sich um unmessbar geringe Wirkungen dersel
handelt, zweitens kann der atmosphärische Schmutz füg
ebenso gut auf geringe messbare Entfernung wieder ab
geben werden, als er aus unbestimmbarer Entfernung au
nommen wird, und drittens endlich trifft das Argument
Wirkung der absorbirten Gase nach WAIDELE's Hypothese
nicht, vielmehr würde diese sowohl, als auch die der fra
sischen Gelehrten, einen allerdings gewichtigen Beweis
dem nach KNORRE's und Anderer Versuchen unabweislichen E
flusse der Wärme hernehmen und die Moser'sche Photogra
würde somit zur Thermographie übergehen.

Eine kurze Erwähnung verdienen die durch Elektricität
zeugten Bilder, die sich den bisher beschriebenen anreihen
einen neuen Zweig, die Elektrographie, geben. Man k
schon seit LICHTENBERG die nach ihm benannten Figuren,
weiss aus noch früherer Zeit, dass elektrische Ströme, w
aus unterbrochenen Leitern über Glas, selbst auch blanke
tallflächen, hinstreichen, sichtbare Spuren nachlassen.
nächste Veranlassung zur Wiederaufnahme dieses Gegensta
gab eine Aeusserung von P. RIESS[1], welcher durch Behau
der von elektrischen Funken getroffenen Stellen Figuren
stehen sah, die er elektrische Hauchfiguren nannte. Hierd
bewogen stellte G. KARSTEN eine grosse Reihe von Versu
an, indem er Medaillen, Münzen, Petschafte u. s. w. auf N
leiter der verschiedensten Art, die auf einer leitenden P
ruhten, oder durch ein geöltes Papier getrennt, auf L
legte, mehrere Hunderte von elektrischen Funken darauf s
gen liess und dann durch Behauchen sehr kenntliche und
gleich feste, selbst durch Abreiben nicht verschwindende
guren entstehen sah. Auch Iod- und Quecksilberdämpfe k
ten angewandt werden, jedoch mit minder sicherem Erf
Ueber die Aetiologie dieser Erscheinungen spricht sich K
STEN nicht bestimmt aus, wahrscheinlich weil er die Ursach
zu grosser Ferne sucht[2]. Wenn man aber berücksichtigt,

1 Repert. d. Ph. Bd. VI. S. 180.
2 Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 492. Bd. LVIII. S. 115.

Digitized by Google

beim Zuführen der Elektricität auf Nichtleiter in diesen jederzeit beide Elektricitäten aus dem natürlichen Zustande des Gebundenseyns beider zur Neutralität getrennt werden, indem der genäherte Leiter die der seinigen entgegengesetzte aufnimmt, seine eigene aber mittheilt, während die dieser gleichnamige auf der abgewandten Seite abgeführt und die entgegengesetzte aufgenommen wird, dass eine dieser ähnliche Trennung auch bei leitenden Körpern stattfindet, dass die in so zahlreichen Funken mitgetheilte Elektricität nothwendig chemische Wirkungen äussern muss, wenn KARSTEN auch keine Röthung des Lakmuspapiers wahrnahm, und dass endlich die elektrischen Funken alle in ihrer Nähe befindlichen Staubtheilchen anzuziehen pflegen, wie sich sehr auffallend zeigt, wenn man einen Funken auf einen fein bestäubten Körper schlagen lässt, dann bedarf es in der That der Mühe nicht, nach irgend einem neuen Agens zu forschen, um die angegebenen Thatsachen zu erklären. Man kann übrigens leicht einen hieran sich schliessenden interessanten Versuch machen. Legt man ähnlich auf eine lackirte Metallplatte oder auf eine auf Metall ruhende dünne und glatte Scheibe guter Elektrophorsubstanz eine Münze oder eine Medaille und führt dieser einen nach Umständen stärkeren oder schwächeren elektrischen Funken zu, so zeigt sich beim Bepudern, am besten mit einer Mengung aus gleichen Theilen Mennige und Bärlapsamen dem Volumen nach aus einem leinenen Säckchen, eine die Zeichnung des aufgelegten Gegenstandes darstellende Figur.

Zus. **Daltonismus** gebrauchen PREVOST, WARTMANN ... statt **Achrupsie.**

Dammerde. II. 278. III. 1093.

Dampf. Unterschied von Dunst. II. 279. von Gas. 280. X. 1142. gesättigter oder im Maximum der Dichtigkeit. II. 282. sind seine Molecüle mit Wärmesphären umgeben? 284. PARROT's physischer, chemischer und Bläschendampf. 285. latente Wärme des Wasserdampfes. 287. sonstiger Dämpfe. 291. allgemeinas Gesetz, wonach die latente (d. h. die zur Bildung desselben, von 0° C. anfangend erforderliche) Wärme, also die Summe der eigentlich latenten und der sensibeln Wärme der Dämpfe bei allen Temperaturen gleich ist. 293 ff. 299. 313. Wärmemenge, welche durch Verdichtung desselben frei wird. 301. Verhältniss des Brennmaterials zur erzeugten Menge des Dampfes. 306. Elasticität der Dämpfe. 314. Beispiele von Explosionen. 315. Elasticität des Wasserdampfes. 316. Versuche von WATT. 317. BETANCOURT. 319. G. G. SCHMIDT. 322. BIKER und ROUPPE 325.

DALTON. 327. URE. 332. ARZBERGER. 335. CHRISTIAN. 337. Andern. 339—341. Formeln von PRONY. 321. SCHMIDT. 324. S NER. 329. 341. BIOT. 349. SOUTHERN. 331. URE. 333. CHRIS 338. LAPLACE. 342. POISSON. 342. MAYER. 343 ff. KÄMTZ. 347. Tabelle der Elasticitäten. 351. Elasticitäten anderer Dä DALTON's allgemeines Gesetz. 354. Elasticität des Alkoholda 356. Versuche von ZIEGLER. 356. von WATT, ROBISON und SCH 357. URE. 358. Tabelle. 360. Schwefelätherdampf. Versuche von MAYER. 362. URE. 363. MUNCKE. 364. SCHMIDT. 365. belle. 366. Petroleumdampf. 368. Terpentinspiritusdampf. Schwefelkohlenstoffdampf. 369. Dichtigkeit der Dämpfe. 370. Wasserdampfes. 371. Versuche von GAY-LUSSAC. 375. IV. MUNCKE. II. 376. IV. 1499. DESPRETZ. II. 378. Formel von PLACE. 381. MAYER. 382. GAY-LUSSAC's Gesetz. 384. T 385. Dichtigkeit des Alkoholdampfes. 390. Versuche von DE S SURE, SCHMIDT. MUNCKE. 391. Tabelle. 392. Dichtigkeit des S felätherdampfes. Versuche von DE SAUSSURE und GAY-LUSSAC, DESPRETZ und MUNCKE. 394. Tabelle. 395. Dichtigkeit des Sch kohlenstoffdampfes. 396. des Terpentinspiritus - Iod - Hydrioda Dampfes. 397. des Salzäther- und Blausäure-Dampfes. 398. V ten vereinter Dämpfe. 398 ff. Anwendung der Dämpfe. 405. a wegendes Mittel und zur Erwärmung. 406. zur Auflösung. 4

Nachtrag. DALTON's Gesetz der Elasticitäten der Dämp 1025. 1046. 1055. Siedepunct gemischter Flüssigkeiten. 1027. fluss des Luftdrucks. 1039. Elasticität des Wasserdampfes. grosse Versuche der pariser Commission. 1055 ff. Formeln zur B nung der Elasticität. 1062—1082. EGEN's Untersuchungen. 1068. T der Elasticitäten. 1081. Schwefelkohlenstoffdampf. 1086. Queck dampf. 1093. Dämpfe der Metalle. 1098. Dichtigkeit des Wasserd 1101. sonstiger Dämpfe. 1107. des Quecksilberdampfes. 1109. 111 stimmungen von DUMAS. 1110. Dichtigkeit des Iod- u. Quecksilb pfes. 1113. Tabelle der Dichtigkeitender elastischen Flüssigkeiten

Zusätze zum Art. **Dampf** s. **Wärme.**

Dampf der Salzlösungen; Wärme derselben. X. 1022.

Dampfbläschen. X. 2314.

Dampfboot. S. **Dampfschiff.** II. 486 u. s. w. Vergl. X

Dampfcylinder der Dampfmaschinen. II. 469.

Dampfdreher, KEMPELEN's. II. 420.

Dampfen der Flüsse. S. **Nebel.** VII. 19. der Berge. VII.

Dampffregatte. II. 491.

Dampfheizung. II. 406. V. 220. X. 429. S. **Wärme.**

Dampfkanonen. Aelteste Vorschläge. II. 410. neuere von KINS. 411. PRECHTL's Untersuchungen. X. 1146.

Dampfkessel[1] der Dampfmaschinen. II. 463.

---

1 Die in Frankreich für die Prüfung der Dampfkessel beste Ordonnanzen finden sich in Ann. des Mines. 1830. T. VIII. p. 10

Digitized by Google

Dampfkugel, Aeolipile. II. 412. dient zur Bestimmnng der latenten Wärme des Dampfes. 415. zur Blaslampe. 417. PRIESTLEY's, die Reaction des Dampfes zu zeig n. 420.

Dampfmaschine. II. 417. durch Blasen und Reaction wirkend. 418. SAVERY's. 422. Würdigung der Verdienste des Marquis von WORCESTER. 422—424. Veränderungen durch DESAGULIERS. 428. unmittelbar rotirende. 431. mit Embolus. 437. Newcomen'sche. 437. atmosphärische. 438. 440. WATT's doppelt condensirende mit Schwungrad. 442. Expansionsmaschinen. 440—448. doppelt wirkende. 448. Hochdruckmaschinen. 455. von PERKINS. 456. hölzerne. 460. Unglücksfälle durch dieselben. 315. Einzelne Theile: Heizapparat. 461. Dampfkessel. 463. Dampfcylinder. 469. Embolus oder Kolben. 470. Dampfrohr. 471. Steuerung. 471. Condensator. 472. Balancier oder Baum. 473. Schwungrad. 475. Leitungen der Dampfmaschinen. 476. allgemeine Bemerkungen. 481. Maschinen mit explodirendem Gas. 481. mit erhitzter Luft. 482. mit comprimirten Gasen. 483. Verbreitung in verschiedenen Ländern. 484. Nachtrag. S. **Wärme.** X. 1118.

Dampfpresse. S. **Presse.** VII. 913.

Dampfrohr der Dampfmaschinen. II. 471.

Dampfschiff. Sehr allgemeine Verbreitung. II. 486. Geschichte ihrer Erfindung. 487. verschiedene Einrichtung derselben. 492. Dimensionen. 494. Leistungen. 495. Preise. 497.

Dampfwagen. Erfindung. II. 499. Construction. 500. Verbesserungen. 502. Dampfkutschen. 502.

Dasymeter. II. 504. Vergl. **Manometer.** VI. 1198. 1205.

Datura. IX. 1715.

Dauer des Lichteindrucks im Auge. IV. 1456.

Decagramm, Decaliter, Decameter. Decigramm, Deciliter, Decimeter. Französische Masse. VI. 1271. 1272.

Deckel des Elektrophors. III. 730.

Decrepitiren. V. 1348.

Deflagrator, HARE's. IIII. 489. IV. 690. 692. CHILDREN's. 693.

Dehnbarkeit. II. 504. relative Eigenschaft der Körper. 505. des Goldes. 506. des Platins. 508. Wollaston'scher Platindraht. 508. sonstiger Metalle. 510. der Glasfäden. 511. der Spinnefäden. 514. Wesen derselben. 515.

Dehnkraft. I. 123. 280. II. 129. 516. 711. nach KANT. VI. 1411. 1414. X. 89.

Dekapus. Griechisches Mass. VI. 1244.

Deklination der Gestirne. I. 128.

Deklinationskreis. I. 129.

Deklinatorium. I. 132. VI. 962.

Delphinfett. IX. 1708. **Delphinin.** 1716. **Delphinsäure.** 1700.

Deltabildung. IV. 1327.

Depolarisation des Lichts. S. **Polarisation.** VII. 694. Wärmestrahlen. X. 603.
Derah. Aegyptische Elle. VI. 1235.
Descensionaldifferenz. I. 120. 401.
Desinficirung der Luft. I. 478. VI. 2003.
Dessätine. Russisches Feldmass. VI. 1356. S. **Mass.**
Destillation. II. 517.
Detonation. IX. 2013. X. 263. 339.
Deuse oder **Düse.** IV. 1141.
Diabetes. S. **Heber.** V. 129.
Diagonalmaschine von Nollet und Eberhardt. I. 934. von Gravesande. 935.
Diakustik. I. 281.
Diamant ist Kohlenstoff. V. 907.
Diamantlinsen zu Mikroskopen. VI. 448.
Dianenbaum. S. **Metallbaum.** VI. 1816.
Diaphanometer, Saussure's. II. 709.
Diasporometer, Rochon's. VII. 943.
Diastas. IX. 1719.
Diathermanie der Wärme. X. 555. 564.
Diathermansie der Wärme. X. 555. 583. 587. 593. 646.
Diaule. Griechisches Mass. VI. 1240.
Dichas. Aegyptisches Mass. VI. 1233. 1243.
Dichroismus. S. **Polarisation.** VII. 866.
Dichroit. Dessen Thermoelektricität. X. 1055.
Dichtigkeit, grösste, des Wassers. I. 601—608. X. 902—914. Relative Eigenschaft der Körper. II. 519. gleichmässige und ungleichmässige. 520. mittlere. 522. Wesen derselben. 525. der Erde. S. **Erde.** III. 940 ff. S. **Erde.** Dichtigkeit im Allgemeinen. S. **Volumen.** IX. 2085.
Dichtigkeitsmesser. S. **Manometer.** VI. 1198.

Zus. **Didymium** oder **Didym** (von δίδυμος, Zwilling) ein so eben erst entdecktes, mit dem Lanthan verbundenes Metall oder einfacher Körper. S. **Lanthan.** Vergl. X. 2...

Differentialbarometer, Wollaston's. S. **Meteorologie.** VI. 1856. X. 2178.
Differentialbarometer, August's. II. 526. Einrichtung und Gebrauch. 533. Nachtrag. Vergl. **Meteorologie.** VI. 1854.

Zus. Hermann Kopp hat diesem Barometer eine veränderte Einrichtung gegeben, die noch bequemer ist als die ursprüngliche. Im Wesentlichen bildet die in einem Schenkel der umgekehrten, heberförmig gebogenen Röhre eingeschlossene Luft das zum Comprimiren bestimmte Volumen, welches durch die Steigröhre mit der Atmosphäre in Verbindung steht.

Digitized by Google

daher gleiche Dichtigkeit als diese hat. Wird dann das im andern Schenkel befindliche Quecksilber durch einen Embolus herabgedrückt, so entweicht ein Theil der Luft aus dem Gefässe, bis das aufsteigende Quecksilber die Spitze der Steigröhre erreicht und dadurch das erforderliche Luftvolumen absperrt. Durch weiteres Niederdrücken des Embolus wird das Luftvolumen comprimirt, bis seine Oberfläche eine für diesen Zweck angebrachte Stahlspitze erreicht, und die Höhe der Quecksilbersäule im Steigrohre, welche einem aliquoten Theile der Compression zugehört, zeigt durch die Proportionalität dieser Grösse die absolute Grösse des atmosphärischen Druckes. Es lassen sich leicht mehrere Messungen in kurzer Zeit wiederholen, wodurch man die Fehlergrenze vermindert; auch ist eine empirische Graduirung der Scale nicht schwierig. Zu diesem Ende bezeichnet man die Höhe, welche das Quecksilber in der Steigröhre erhält, wenn diese vorher der Länge des Instrumentes angemessen ist, was sich leicht durch stärkeres Niederdrücken oder Heraufziehen des Stahlstiftes reguliren lässt nach einem guten Barometer, und theilt den Raum von diesem Rande bis zur Spitze der Steigröhre in gleiche Theile, deren Menge durch den beobachteten Rand des Barometers gegeben ist [1].

Differentialbeobachtungen. VI. 1812.

Differentialien, geometrische und mechanische. VI. 1538.

Differential-Inductor. Faraday's. S. **Elektricität.** Dove's. S. **Induction.**

Differentialsextant. S. **Mikrometer.** VI. 2178.

Differentialthermometer oder **Differenzthermometer.** Leslie's. II. 535. dessen Erfindung. 535. Einrichtung. 537. abgeändert durch Howard. 541. dient als Hygrometer. V. 623. Nachtrag. IX. 944. Ritchie's. X. 427. 428.

Diffraction des Lichtes. S. **Inflexion.** V. 681. und **Undulation.** IX. 1409.

Zus. **Diffusion.** Hierdurch bezeichnet man eine bei den Gasen vorkommende ähnliche Erscheinung, als welche bei tropfbaren Flüssigkeiten den Namen Endosmose erhalten hat. Man kannte seit langer Zeit das Hindurchdringen der Gase und Dämpfe durch Thierblase (Bd. I. S. 200. Bd. IX. S. 1984) und das von Doebereiner wahrgenommene Entweichen des Wasserstoffgases aus Glocken mit feinen Rissen blieb nicht

1 Poggendorff Ann. Bd. XXX. S. 62. Bd. LVI. S. 513.

Digitized by Google

unbeachtet (Bd. II. S. 53. 284. IV. 1047. VI. 1446). U
diese letzteren Erscheinungen zu controliren, setzten MAGNUS ei
mit Wasserstoffgas gefüllte, einen feinen Riss habende Gloc
unter eine grössere mit Sauerstoffgas gefüllte, sperrte be
durch Quecksilber und fand, dass das Gas aus der ersteren
die zweite entwich. Eine mit Wasser bis fast ans Ende g
füllte und daselbst mit einer nassen Thierblase überbund
Glasröhre stellte er mit ihrem unteren Ende in ein Gef
mit Quecksilber, welches in derselben bis zu 3 Zoll Höhe sti
als das Wasser allmälig verdunstete[1]. Man kannte ferner
eigenthümliche Verhalten der Gase, wonach sich dieselb
wenn sie sich nicht chemisch verbinden, dennoch nicht wie
tropfbaren Flüssigkeiten nach ihrem specifischen Gewichte üb
einander lagern, sondern selbst durch das Aufsteigen
schweren in den leichteren und umgekehrt durch ein Her
sinken der letzteren in den ersteren mit einander mengen.
bekanntesten hierüber sind die Versuche von BERTHOLLET, w
cher mit den verschiedensten Gasen gefüllte Ballons durch e
enge Röhre mit einander verband und nach 24 bis 48 Stu
den ein ziemlich gleichmässiges Gemenge beider in jedem
Ballons wahrnahm[2]. Um die Zeit zu ermitteln, in welcher
mosphärische Luft durch enge Canäle sich mit andern ein
schlossenen Gasen vermengt, nahm THOMAS GRAHAM 9 Z
lange Glasröhren, verschloss diese am einen Ende, und steck
in das andere einen eingeriebenen Stöpsel, in welchem s
ein 0,07 bis 0,12 engl. Zoll enges und 2 Zoll hervorragen
Röhrchen befand. Diese Röhren füllte er mit der zu prüf
den Gasart, legte sie horizontal und zugleich das enge, rec
winkelig umgebogene Röhrchen bei den schwereren Gasar
nach oben, bei den leichteren nach unten gekehrt, um ein m
chanisches Ausströmen zu hindern, und untersuchte nach 4 o
nach 10 Stunden den Inhalt, wobei sich jederzeit ein die Häl
erreichender, bei Wasserstoffgas aber bedeutend übersteigen
Theil entwichen und durch atmosphärische Luft ersetzt fa
Da hierbei die leichteren Gase ungleich schneller entwich
so führte dieses zu der Vermuthung, dass die erforderlic
Zeiten den Quadratwurzeln der Dichtigkeit umgekehrt prop

1 Poggendorff Ann. Bd. X. S. 153.
2 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. II. p. 462.

Digitized by Google

tional seyn möchten. Aehnliche Resultate gaben auch die Versuche, als GRAHAM zwei mit verschiedenen Gasen gefüllte Ballons durch ein enges Rohr mit einander in Verbindung setzte. Endlich erhielt er noch auffallendere Resultate, als er eine zu zwei Drittel mit Steinkohlengas gefüllte Blase unter einen mit Kohlensäure gefüllten Recipienten legte und sie nach 24 Stunden stark angeschwollen und 35 Procent Kohlensäure enthaltend fand, während die Kohlensäure nur wenig von dem Steinkohlengase aufgenommen hatte. Eine zur Hälfte mit atmosphärischer Luft gefüllte Blase enthielt unter gleichen Bedingungen bloss Kohlensäure [1].

Nachdem GRAHAM die von DOEBEREINER gemachte Erfahrung kennen gelernt hatte, nahm er seine Versuche wieder auf, bezeichnete die wechselseitige Austauschung der Gase durch den Namen Diffusion, und stellte das allgemeine Gesetz auf, dass die Mengen der auf diese Weise durch eng poröse Körper ausgetauschten Gase sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeiten verhalten. Zuerst füllte er eine mit einem feinen Risse versehene Glocke mit Wasserstoffgas, sperrte sie ab und senkte sie bei zunehmender Verminderung ihres Inhalts zur Erhaltung gleicher Spannung tiefer in die sperrende Flüssigkeit, bis Stillestand erfolgte. Hierbei fand er, dass von 3,87 Volumen Wasserstoffgas nur 1 Volumen übrig blieb, welches bei der Untersuchung sich als atmosphärische Luft zeigte. Wird die Dichtigkeit des Wasserstoffgas = 0,0668 gegen atmosphärische Luft = 1 angenommen, so giebt, da $\sqrt{0{,}0668} = 0{,}2623$ ist, die Proportion:

$$0{,}2623 : 1 = 1 : x$$

den Werth von $x = 3{,}8149$ dem ursprünglichen Volumen sehr nahe gleich, wodurch also das von ihm erfundene Diffusionsgesetz begründet wäre.

Risse in Glocken sind nicht wohl gleichmässig und so zu erhalten, dass sie nicht zugleich die Gase mechanisch durchströmen lassen. Besser zeigten sich Cylinder von unglasirter Wedgwood-Masse, obgleich auch diese, wenn sehr trocken,

---

1 Quarterly Journ. of Science. New Ser. N. XI. p. 74. Poggendorff Ann. Bd. XVII. S. 341.

Digitized by Google

mechanisch durchliessen, wenn zu feucht, jeden Durchgang derten. Uebergebundene Thierblase fand GRAHAM in ihrer W kung zu langsam, trockne gute Korkstöpsel, einige Minera und selbst dichte Hölzer zeigten sich geeigneter, am be aber 0,1 bis 0,6 Zoll dicke Gypspflöcke, deren er sich her ausschliesslich bediente. Um diese zu erhalten, steckte er in zu den Versuchen dienenden 6 bis 14 Zoll langen, 0,5 weiten graduirten Glasröhren Holzcylinder so weit hinein, der für die Dicke des Gypsstopfers erforderliche Raum blieb, füllte diesen mit der gehörig aus gebranntem pulverisi Gypse bereiteten Masse an und liess nach Wegnahme des zernen Cylinders den Stopfer trocknen. Diese Röhren senkt mit dem offenen Ende in Sperrwasser, um den zu star Druck des Quecksilbers zu vermeiden, sog die enthaltene mittelst einer heberförmig gebogenen Röhren heraus, doch dass das Wasser mit dem Gyps nicht in Berührung kam, durch derselbe für Gase undurchdringlich wird, füllte sie mit dem erforderlichen Gase, senkte sie, so wie dieses zu mend mehr verschwand, tiefer in das Sperrwasser zur Er tung eines gleichen Niveaus, und wartete, bis Stillstand ein und der Versuch beendet war, was bei dünnen Stöpseln sc nach einigen Minuten erfolgte. Neben diese Diffusionsr senkte er in das nämliche Sperrwasser eine zweite g gleiche, beide meistens des grösseren Volumens wegen mit e Kugel versehen, und mit der nämlichen Gasart gefüllt, um telst der letzteren völlig verschlossenen den Einfluss der Wä und des Barometerstandes zu corrigiren. Das eingeschloss Gas, als über Wasser stehend, galt für mit Wasserdampf sättigt, und um auch das eindringende in diesen Zustand versetzen, war ein hohles Dach von genässtem Fliesspapier dem Gypsstöpsel befestigt. Folgende Tabelle giebt eine Ueb sicht der mit 11 verschiedenen Gasen bei mittlerer Tempera erhaltenen Resultate.

Digitized by Google

Gase	Volumina des entwich.	Volumina des eingedr.	Quotient
Wasserstoffgas	1085,7	282,2	3,848
Kohlensäure	178,9	223,2	0,814
Schwefligsaures Gas . . .	66,0	97,0	0,68
Stickstoffoxydulgas . . .	51,0	62,0	0,82
Schwefelwasserstoffgas .	69,0	73,0	0,95
Sauerstoffgas	795,0	838,0	0,948
Stickstoffgas	836,0	834,0	1,014
Oelbildendes Gas	800,0	785,0	1,019
Kohlenoxydgas	815,0	803,0	1,015
Sumpfluft	252,0	187,0	1,344
Cyangas	69,3	84,2	0,820

Den Versuch mit Cyangas hält GRAHAM für ungenügend, weil dieses Gas vom Gypsstöpsel verschluckt werde; die übrigen aber bestätigen allerdings das aufgestellte Diffusionsgesetz, wenn man mit GRAHAM annimmt, dass die Fehlergrenze nicht über ein Dreihundertstel reicht. Dieses ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung:

Gase	spec. Gew. $= \delta$	$\sqrt{\frac{1}{\delta^2}}$	Quotient
Wasserstoffgas	0,0694	3,7947	3,830
Kohlensäure	1,5270	0,8091	0,812
Schwefligsaures Gas . .	2,2220	0,6708	0,68
Stickstoffoxydulgas . . .	1,5270	0,8091	0,82
Schwefelwasserstoffgas .	1,1805	0,9204	0,95
Sauerstoffgas	1,1110	0,9487	0,9498
Stickstoffgas	0,9720	1,0140	1,0143
Oelbildendes Gas	0,9720	1,0140	1,0191
Kohlenoxydgas	0,9720	1,0140	1,0149
Sumpfluft	0,5550	1,3414	1,344

Die grösste Abweichung zeigt das Wasserstoffgas, wobei jedoch POGGENDORFF bemerkt, dass die Annäherung schon grösser wird, wenn man die Dichtigkeit dieses Gases nach BERZELIUS $= 0{,}0688$ nimmt, indem dann $\sqrt{\frac{1}{\delta^2}} = 3{,}8149$ wird. Inzwischen liegt nach den neuesten Bestimmungen von BOUSSINGAULT

Digitized by Google

und DAMAS das spec. Gewicht dieses Gases zwischen 0,06 und 0,0695, und es kann also auf diese Weise nicht gehol werden, doch zeigt das Wasserstoffgas noch sonstige Anom lieen und ist schwer in vollkommener Reinheit zu erhalten.

Bei allen diesen Versuchen waren die Gypsstöpsel der fr atmosphärischen Luft ausgesetzt, so dass man die Menge letzteren als unendlich gross betrachten muss, und zudem diese selbst ein Gemenge. Einen einzigen Versuch aber st GRAHAM an, wobei er zwei Gase von abgesperrtem Volumen Verbindung brachte. Zwei oben in eine Kugel erweiterte Rö ren wurden jede in ein besonderes Sperrgefäss gesenkt oben mittelst Federharz durch eine horizontale Röhre verbi den, in welcher sich ein 0,2 Z. dicker Gypsstöpsel befand. alles luftdicht schloss, wurde die eine Röhre mit Stickgas, andere mit Kohlenoxydgas gefüllt; nach 24 Stunden zeigte keine Volumensveränderung, und die chemische Analyse zeigte beiden gleiche Mengen beider Gase, die sonach auch glei Dichtigkeiten haben müssen [1].

POGGENDORFF hat die Methode angegeben, wie die Result solcher sehr wünschenswerther Versuche zu berechnen sind. der Inhalt des einen Gefässes = A, des andern = B, so lä sich annehmen, dass vor dem Versuche der Inhalt von A einem Theile, welcher zurückbleibt, = a und aus einem, w cher durchdringt, = α, ebenso B aus b und β besteht. N dem Versuche werde $A = X = a + \beta$ und $B = Y = \alpha +$ und die Diffusion ist vollendet, wenn $\frac{a}{X} = \frac{\alpha}{Y} = \frac{A}{A+B}$ u $\frac{\beta}{X} = \frac{b}{Y} = \frac{B}{A+B}$ ist. Nach dem Diffusionsgesetze m $\alpha : \beta = \sqrt{\delta} : 1$ seyn, wenn das specifische Gewicht des Ga in $A = 1$ und in $B = \delta$ ist. Man hat also für diese versch denen Grössen:

1) $X + Y = A + B$, 2) $\alpha = \beta \sqrt{\delta}$,

3) $\frac{\beta}{X} = \frac{b}{Y} = \frac{B}{A+B}$, 4) $\frac{\alpha}{Y} = \frac{a}{X} = \frac{A}{A+B}$,

und da $X = a + \beta$ und $Y = b + \alpha$,

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. IX. p. 175. N. X. p. 269. N. p. 351. Transact. of the Roy. Soc. of Edinb. T. XI. p. 222.

Digitized by Google

5) $\beta = X . \frac{B}{A + B}$, 6) $\alpha = Y . \frac{A}{A + B}$,

7) $a = X . \frac{A}{A + B}$, 8) $b = Y . \frac{B}{A + B}$.

Da nun nach (2) $\alpha = \beta \sqrt{\delta}$ ist, wenn man für α und β die Werthe aus (5) und (6) substituirt, so erhält man

9) $X . B \sqrt{\delta} = Y . A$ oder $\frac{X}{Y} = \frac{A}{B \sqrt{\delta}}$.

Hierin die in (1) gefundenen Werthe für X und Y gesetzt, giebt

10) $X = \frac{A (A + B)}{A + B \sqrt{\delta}}$ und $Y = \frac{B (A + B) \sqrt{\delta}}{A + B \sqrt{\delta}}$,

woraus dann nach 5) bis 8)

11) $\beta = \frac{AB}{+ B \sqrt{\delta}}$ und $\alpha = \frac{AB \sqrt{\delta}}{A + B \sqrt{\delta}}$

12) $a = \frac{AA}{A + B \sqrt{\delta}}$ und $b = \frac{BB \sqrt{\delta}}{A + B \sqrt{\delta}}$

gefunden wird[1].

Schon vor der Bekanntwerdung von GRAHAM's Versuchen veröffentlichte MITCHELL eine Reihe ähnlicher, woraus das Durchdringen der Gase namentlich durch Membranen von Cautchuck hervorging, die er aus den käuflichen, nicht gereiften Flaschen dieser Substanz durch Erweichen derselben in kaltem Aether und nachheriges allmäliges Aufblasen herstellte[2]. Ueber die Permeabilität des Cautchuck und zugleich auch dessen Geneigtheit, die Diffusion der Gase zuzulassen, hat neuerdings PEYRON eine Reihe von Versuchen angestellt, deren wesentliche Resultate in Folgendem bestehn. Wenn man über eine oben erweiterte Glasröhre eine auch unpräparirte Membrane Cautchuck feſtbindet, die Röhre mit Quecksilber füllt und barometerartig in ein Gefäss mit Quecksilber senkt, so erweitert sich der anfänglich luftleere Raum und es dringt fortwährend eine dem Drucke proportionale Menge Luft ein. Wird in eine solche Röhre sofort nach ihrer Herstellung so viel Wasserstoffgas gefüllt, dass das Quecksilber bis zur Hälfte herabsinkt, so fängt dasselbe augenblicklich wieder an zu stei-

1 Poggendorff Ann. Bd. XXVIII. S. 331 ff., wo GRAHAM's Untersuchungen mitgetheilt und mit lehrreichen Anmerkungen begleitet sind.
2 Journ. of the Roy. Instit. N. IV. p. 101. N. V. p. 307.

Digitized by Google

gen. Wird ein Cautchuckballon mit Wasserstoffgas gefüllt unter eine Campane mit atmosphärischer Luft gelegt, so si er allmälig bis auf etwa ⅔ seines Volumens zusammen, und Inhalt besteht aus etwa 2 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theil mosphärischer Luft, welche Gase sich auch in der Camp finden. In freier Luft liegend verliert der Ballon endlich a Wasserstoffgas und enthält bis auf ein Viertel seiner Gr herabgegangen bloss atmosphärische Luft. Befestigt man ei zu drei Viertel seines Inhalts mit Luft gefüllten Cautchuck lon in einer Campane, füllt man diese letztere erst mit Wa und dann mit Wasserstoffgas, so schwillt der Ballon allm auf und in ihm, wie in der Campane, befindet sich ein Gem aus Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft, welche letztere al in ihm zurückbleibt, nachdem er lange an freier Luft gelegen Eine ähnliche Diffusion fand auch bei Stickstoffoxydul und K lensäure statt; auch machte es keinen Unterschied, ob käufli Cautchuck oder präparirtes angewandt wurde. Hiernach m man vermuthen, dass auch die bei pneumatischen Untersuc gen gebrauchten Cautchuck-Röhren eine Diffusion gestat PEYRON wies dieses durch Versuche nach, fand aber zugl dass Membranen von dieser Substanz durch zweimaliges streichen mit Leinölfirniss ihre Permeabilität zum Theil, du zweistündiges Maceriren in heissem Leinöl aber wahrschei ganz verlieren [1]. BRÜCKE'S Diffusionsversuche s. **Endosm**

Digestivsalz. V. 844.
Digestor, PAPIN's. II. 544. Construction nach ZIEGLER. 545. EDELKRANZ. 547. verbessert durch MUNCKE. 549. Gebrauch Nutzen. 550. Nachtrag. X. 1142.
Dimorphismus. V. 1351. IX. 1939. 1951. 2038.
Diopter. I. 282.
Dioptrik. II. 553. älteste Entdeckungen. 554. neuere Erweit gen. 557.
Diorit. Felsart. III. 1083. 1084.
Diota. Griechisches Mass. VI. 1244.
Dipsector. II. 558. Construction und Gebrauch. 559.
Directionslinie des Fallens. VIII. 663.
Directoren für medicinische Elektricität. III. 395.
Dispersion des Lichts. S. **Undulation.** IX. 1308.
Dochte. VI. 49. der ewigen Lampen. 50.
Dolerit. Felsart. III. 1099. IX. 2206.

1 Compt. rend. T. XIII. p. 820. Poggendorff Ann. Bd. LVI. S.

Digitized by Google

Dolichus. Griechisches Mass. VI. 1240.
Dolomit. Felsart. III. 1082.
Domit. Felsart. III. 1094.
Donner, Donnerschlag. II. 562. kurzer, prasselnder und rollender. 563. das Rollen als Folge von Zersetzungen. 565. als unmittelbare des Blitzes. 575. des Wiederhalles. III. 79.

Zus. Nach Pouillet[1] wird das Geräusch des Donners nicht durch das Eindringen der Luft in den durch den Blitz erzeugten leeren Raum, sondern durch ein Erschüttern der Luft (vibration de l'air) hervorgebracht, was übrigens fast das nämliche ist, jedoch deuten die sogenannten Platzungen auf ein eigentliches Verdrängen der Luft. Das Argument, dass fliegende Kugeln nur ein Zischen erzeugen, ist nicht beweisend, denn ihre Bewegung ist zu langsam, analoge Phänomene dagegen sind das Knallen einer Peitsche und der elektrischen Pistole, welches letztere wegfällt, wenn die Oeffnung derselben im Momente der Explosion verschlossen wird. Wenn Tessan[2] den Knall des Donners davon ableitet, dass die Wolke durch das Ausfahren des Funkens den durch die Elektricität ihr gegebenen Theil ihrer Elasticität verliert, so bedarf diese Hypothese keiner Widerlegung. Interessanter ist dagegen seine Wahrnehmung eines zischenden Geräusches neben dem Donner bei einem Gewitter, welches er im Freien erlebte, wovon man auf das Geräusch der Nordlichter schliessen könnte. Nach Arago[3] dauert der durch Echos verlängerte Knall eines Pistolenschusses unter günstigen Umständen wohl 30 Secunden, der Donner aber höchstens 36 bis 45 Secunden. Hieraus wird indess die ungleiche wechselnde Stärke des Donners nicht klar. Nach Hooke[4] verändert sich die Stärke des Donners mit der Entfernung des Blitzstrahls vom Ohre des Beobachters; nach Arago und Kämtz[5] ist aber zugleich die Zickzackform der Bahn bedingend, indem der Schall da am stärksten seyn muss, wo der Widerstand eine Beugung des Strahls bewirkt. Bei nahen und fast vertical einschlagenden Blitzen ist der Donner anfangs am stärksten und nimmt meistens regelmässig ab, bei

1 Elemens de Physique. 3me éd. T. II. p. 615.
2 Compt. rend. T. XII. p. 792.
3 Annuaire pour 1838. p. 451.
4 Posthumous works. Lond. 1705. p. 424.
5 Lehrbuch der Meteorologie. Bd. II. S. 424.

Digitized by Google

entfernten fängt er oft geringer an und nimmt dann zu, … daraus folgen kann, dass der Blitz sich in seiner Richt… vom Beobachter entfernt; die wechselnde Stärke des Don… liesse sich füglich von der ungleichen Zahl der während se… Dauer gleichzeitig reflectirten Strahlen ableiten, worauf Ar… nicht genügendes Gewicht zu legen scheint.

Donnerbüchse. S. **Pistole,** elektrische. VII. 573.
Donnerhaus. II. 578. nach Cavallo. 578. nach Sigaud de Fond. 581.
Doppelatom. IX. 1902.
Doppelbildmikrometer. S. **Mikroskop.** VI. 2261.
Doppelheber, Doppelheberprobe. III. 232.
Doppelnadel, magnetische. Nobili's. VI. 2481.
Doppelspath, Isländischer. Verhalten gegen das Licht. IX. 14…
Doppelsterne. IV. 336. IX. 203. X. 1384. 1410.
Doppeltöne, mitklingende. VIII. 197.
Doppeltsehen. S. **Gesicht.** IV. 1429.
Dosenlibelle, X. 1270.
Dossirung. S. **Hydraulik.** V. 522.
Drache, elektrischer. II. 583. von Franklin zur Ermittelung … Luftelektricität gebraucht. 585. VI. 465. kann bei elektrischen … ken gefährlich werden. II. 590.

Anm. Der Art. **Drache** ist von Pfaff; die gewöhnliche … terschrift, das P., ist vergessen.

Drachenkopf. II. 591.
Drachenmonat. II. 591. VI. 2334.
Drachenschwanz. II. 591.
Drachme. Griechisches Gewicht. VI. 1246.
Drahtbrücke. S. **Hängebrücke.** V. 1.
Drehpunct des Auges. S. **Sehen.**
Drehung. Widerstand dagegen. III. 194. VI. 977.
Drehungsgesetz des Windes. X. 1894. 2000—2035.
Drehwaage, Coulomb's. II. 591. Michell's und Cavendish's … herer Gebrauch derselben. 592. Coulomb's Einrichtung derse… 593 ff. mathematische Bestimmungen bei derselben. 596 ff. … sung der elektrischen Anziehung. III. 690.

Dreiklang, harmonischer. VIII. 333.
Dromos. Griechisches Mass. VIII. 1240.
Drosometer. II. 605. IX. 707.
Druck. II. 605. Unterschied vom Stosse. 606. VIII. 1095. W… desselben. II. 607. Fortpflanzung. 611. Grösse und Richtung. … halbflüssiger Körper. 614. der Brückenbogen. 620. gleichmäs… der Flüssigkeiten. S. **Hydrostatik.** V. 577. gegen die V… dungen. 579. gegen den Boden. 580. gegen gegebene Flächen.

Digitized by Google

mechanischer s. **Mechanik.** VI. 1541. hydrostatischer nach allen Richtungen. 1500.
Druckpumpe, Druckwerk. II. 622. Wesen derselben. 623. Einrichtung und Verbesserungen. 626. ihr Windkessel. 631. 634. grosses Druckwerk zu Marly. 637. zu Chaillot. 638. Vergl. **Hydrodynamik.** V. 548. und **Pumpe.** VII. 965.
Druckventilator. IX. 1626.
Drummond'sches Licht. S. **Flamme.**
Drusenräume. III. 1103.
Dualismus der Elektricitätslehre. III. 331.
Dualist in der Elektricitätslehre. III. 323.
Ductilität. S. **Dehnbarkeit.** II. 504.
Düse oder **Deuse.** IV. 1141.
Duft. S. **Nebel.** VII. 12.
Dunkelheit, dunkle Körper. II. 642.
Dunst. II. 279. Bedeutung des Wortes. 644. V. 656. X. 996. Wesen und Dichtigkeit. II. 646. besteht aus hohlen Bläschen. 651. Schweben in der Luft. 655. Grösse und Beschaffenheit der Bläschen. 657. Durchmesser und Dicke der Hüllen. 658. ihr Inhalt. 663. X. 2314.
Dunstbläschen. X. 2314.
Dunstkreis. I. 439.
Duodecadik. S. **Mass.** VI. 1228.
Duplicator der Elektricität. II. 667. Unterschied vom Condensator. 668. verbessert durch Cavallo. 669. mit Mechanismus. 671. dessen Verhalten. III. 305.
Durchdringen der Flüssigkeiten durch Thierblase. I. 200. IX. 1984. des Wasserstoffgases durch Risse. II. 53. 284. IV. 1047. VI. 1446. 1447. Vergl. **Endosmose** und **Diffusion.**
Durchgang des Lichts durch durchsichtige Körper. II. 553. der Gestirne durch den Meridian. 683. des Mercurs und der Venus durch die Sonnenscheibe. 683. IX. 1651. 1654. Zeitbestimmung hierfür. II. 684. Beobachtung der Durchgänge. 688. genauere Bestimmung, wie sich der Durchgang der Venus an verschiedenen Orten zeigt. 690. der im Jahre 1769 beobachtete Durchgang. 694. Benutzung zur Bestimmung der Sonnenparallaxe. 696. Mercur ist hierzu unbrauchbar. 697.
Durchgangs-Instrument. S. **Passage-Instrument.** VII. 296.
Durchkreuzung des optischen Nervs. S. **Gesicht.** V. 1481.
Durchleitungsvermögen der Körper für Wärme. X. 465. 548.
Durchmesser der Erde. III. 930. 933.
Durchseihen. S. **Filtriren.** IV. 240.
Durchsichtigkeit. ihre Ursachen. II. 698. Versuche darüber und über den Lichtverlust. 702. Lichtverlust beim Durchgange durch die Atmosphäre. 706. verschiedene Durchsichtigkeit der Körper nach ihrer chemischen Zusammensetzung. IX. 1946.

Zus. **Dynameter** nennt Baumann ein von ihm erfundenes Instrument, welches bestimmt ist, die Vergrösserung der

Fernröhre zu messen. Es besteht aus einer dünnen Sch[...] Perlmutter mit einer feinen Theilung, wobei die Zahl [...] Theilstriche, welche ein durch das Fernrohr gesehener Ge[...]stand bedeckt, den optischen Winkel, mithin die Grösse de[...]ben und durch Vergleichung dieser mit dem Bilde im u[...]waffneten Auge die Vergrösserung giebt[1]. Es ist also eig[...]lich ein Mikrometer und schon früher erfunden[2].

Dynamik. S. **Mechanik.** VI. 1501. 1540. Kantische. II. VI. 1411. allgemeine Untersuchung der metaphysischen. II. 711. mathematischen. 713.

Dynamiker im Gegensatz der Atomistiker. II. 712.

Dynamometer, Kraftmesser. II. 715. X. 43. 44. Regnier's. 715—719. Muncke's. 719—722. hydraulisches von Louis Ma[...] 723. Apparat von Prony zur Bestimmung des dynamischen E[...] der Maschinen. 723. Anwendung desselben bei Thieren. V. 99[...]

Dynamometer, optisches, für Fernröhre. I. 660. von Ram[...] die Vergrösserung zu messen. IX. 1779.

E.

Ebbe und **Fluth.** III. 3. Spring- und Nippfluth. 5. Fortrücken Fluthen. 7. Ursachen derselben. 8. Newton's Erklärung. 11. [...]endet durch Laplace. 13. populäre Darstellung. 14. Einfluss [...] Rotation der Erde. 19. Theorie. 23. Vergleichung mit den B[...]achtungen. 48. einzelne Merkwürdigkeiten verschiedener Orte. Vergl. **Isorhachien.**

Ebbe- und **Fluth-Strom.** III. 7.

Ebene, horizontale. III. 64. geneigte. 65. Bewegungen auf ders[...] 66. Anwendung derselben beim berganlaufenden Cylinder. 70. Kegel. 71. und der Quecksilberuhr. 72. die Holzrutsche in der Sch[...] 73. Regeln der fortschaffenden Mechanik. 74.

Ebenen der Planeten- und Kometenbahnen. III. 786. der Erde. [...]

Ebenmassgesetz, Haüy's, bei den Krystallen. S. **Kryst[...]** V. 1314.

Echo. III. 78. die dasselbe erzeugenden Flächen. 78. deren [...] und Entfernung. 85. vielsylbige und vielfache Echos. 85. [...]würdige. 94. tonisches. 96.

Edelstein. III. 97.

Effervescenz. IX. 2013.

Eigenschaften, relative. II. 505.

---

1 Journ. of Science. 1823. Janv. p. 182. Bibl. univ. 1822. Sept. [...]

2 Mém. de l'Acad. de Berlin. 1775.

Digitized by Google

Einbau der Ströme. S. **Hydraulik.** V. 524.
Einfachsehen. IV. 1472. Vergl. **Sehen.**
Einfallsloth. I. 1130. III. 97.
Einfallspunct, Einfallssinus, Einfallswinkel. I. 1130. III. 98.
Einflüsse, elektrische, nach DE LUC. III. 358. 361.
Einschaltungen der Abendländer, der Türken, der Indier, der Juden. S. **Jahr.** V. 672. 673. 676. Vergl. **Schalttage.** IX. 43.
Einschattige. III. 98. VIII. 511.
Einschneiden weicherer Körper in harte durch schnelle Bewegung. V. 24.
Eintritt der Himmelskörper in den Schatten. I. 647. eines Planeten vor die Sonne. 690.
Eis. III. 99. Erkaltung des Wassers bis zu dessen Bildung. 101. Krystallisation und Krystallform. 105. VIII. 559. X. 941. 948. Blasen im Eise. III. 111. specifisches Gewicht. 113. VI. 1706. Ausdehnung beim Entstehen. III. 114. und Wärmeentwickelung. 119. Festigkeit desselben. 120. Verdunstung. 122. IX. 1729. X. 1001. optisches Verhalten. III. 123. Leitungsfähigkeit für Elektricität und Wärme. 124. X. 552. Aufthauen. III. 126. Grundeis. 127. X. 952. Gletschereis. III. 133. Ureis der Polargegenden. 140. Gefrieren des Meeres. 141. Meereis hebt Ketten aus der Tiefe. VI. 1684. dessen Bildung. 1690. erreichte Dicke. 1695. giebt süsses Wasser. 1705. Eisfelder. III. 143. Treibeis. 144. Eisberge. 145. der Schweiz. IV. 1309. im Meere. VI. 1697. Herabkommen derselben bis zu niederen Breiten. IX. 433. Vergl. **Temperatur.** Verheerungen durch Eisfelder. IV. 1308. Eisblink. III. 149. VI. 1699. Eisgrotten, Eishöhlen. III. 150. V. 414. Eisgruben. III. 153.

Zus. Ueber die Gestalten der Schneeflocken und die Formen des Eises der gefrorenen Fenster hat SCHUMACHER [1] zahlreiche Beobachtungen angestellt und die gefundenen Resultate in sehr sauberen Zeichnungen mitgetheilt.

Eisbildung, künstliche. III. 153. in Indien. X. 865. durch Elektricität. 409.
Eiscalorimeter. II. 9. X. 679.
Eisen. III. 157. Eisenoxydul. 158. Eisenoxyd. 159. Gusseisen. 161. Einwirkung des elektrischen Stromes auf Eisen. 531. Eisen verstärkt den galvanischn Reiz bei der einfachen Kette aus thierischen Substanzen. IV. 710. dessen magnetisches Verhalten. VI. 680. unter Einwirkung der Hitze. 838. brennt im kalten Luftstrome. X. 284.
Eisenbahnen. Transport auf denselben. X. 1836. S. **Reibung.**
Eisensäuerlinge. S. **Quelle.** VII. 1101.

---

1 Die Krystallisation des Eises aus vielen eigenen Beobachtungen dargestellt. Von Dr. G. F. SCHUMACHER. Leipz. 1844. mit 5 Ktf.

Digitized by Google

Eisenvioline. Musikalisches Instrument. VIII. 200.
Eiskrystalle oder Eisnadeln, in der Luft schwebende, sind Urs[...] der Höfe. V. 462.
Eispunct der Thermometer. III. 99. IX. 883. künstlicher. 861.
Eiszeit. S. **Gletscher.**
Eiweissstoff. IX. 1718.
Ekcentricität. III. 162.
Ekliptik. III. 163. VIII. 991. Schiefe derselben. III. 165. ihre [...] Zeichen. 166. Ebene derselben. 167. Vergl. **Vorrücken** [...] **Nachtgleichen.** IX. 2119. 2138. 2170—2193.
Eklogit. III. 1082.
Eläopten. IX. 1704.
Elasticität. Unterschied von Compressibilität. II. 213. der D[...] 314. des Wasserdampfes. 316—354. X. 1055—1089. Dalton['s] Gesetz der Elasticitäten der Dämpfe. II. 354. 355. des Alkoh[...]pfes. 356. des Schwefelätherdampfes. 361. des Petroleumda[...] 368. des Terpentinspiritusdampfes. 368. des Schwefelkohle[...]dampfes. 369. X. 1089. des Quecksilberdampfes. 1095. der [...] IV. 1022.
Elasticität im Allgemeinen. III. 167. allgemeine Betrachtunge[...] bleibende, permanente. 176. vollkommene. 177. der festen K[...] 181. der tropfbar-flüssigen. 205. II. 225. theoretische Unters[...]gen. III. 210. praktische Anwendungen. 219. Modulus derselbe[...]

Zus. In Beziehung auf den (Bd. III. S. 224) ang[...]benen Modulus der Elasticität ist der Werth von M. nach [...]ren Untersuchungen von Bevan[1] für Eis = 2100000 un[d] Wasser = 2178000 gefunden worden. Weitere Unters[uchun]gen über die Elasticität der Glasfäden und deren Wide[rstand] gegen Drehung hat Rennie bekannt gemacht[2]. Für die [Be]stimmung der Elasticität tropfbarer Flüssigkeiten sch[ienen] Oersted's Versuche noch nicht genügend; das franz[ösische] Institut machte daher das Problem zum Gegenstande [einer] Preisfrage und krönte die Abhandlung von Colladon [und] Sturm[3]. Die Zusammendrückung des Glases, worauf [Rück]sicht genommen werden sollte, ermittelten diese durch A[nhän]gen von Gewichten an eine Glasröhre und fanden hierna[ch die] lineare = 0,0000011, also die kubische = 0,000003[3 für] den Druck einer Atmosphäre; allein Poisson bewies, das[s die]ses Resultat wegen gleichzeitiger Verdünnung der Röh[re]

1 Phil. Trans. 1827. p. 306.
2 Ebendas. 1830. p. 215.
3 Ann. Chim. et Phys. T. XXXVI. p. 113 u. 225.

Digitized by Google

gross sey und nicht mehr als 0,0000016 betragen könne. Inzwischen hat Oersted [1] seine Versuche nicht bloss fortgesetzt, sondern auch die erhaltenen Resultate einer weiteren Prüfung unterworfen, wodurch einige scheinbare Widersprüche in denselben beseitigt werden. Es ist nämlich nicht zu übersehen, dass in Folge der Zusammendrückung des Wassers durch das Gewicht einer Atmosphäre Wärme ausgeschieden, hierdurch aber das Wasser, je nachdem es über oder unter dem Puncte seiner grössten Dichtigkeit sich befindet, entweder ausgedehnt oder an Volumen vermindert wird, mithin im ersten Falle um die hierzu gehörige Grösse weniger, im zweiten mehr zusammengedrückt zu seyn scheint. Eine Erwärmung um 0°,025 C. giebt dem Wasser bei 10° Wärme eine Volumensvermehrung von 2 Milliontel, und wird es also durch den Druck einer Atmosphäre um 46,77 Milliontel seines Volumens scheinbar zusammengedrückt, so beträgt die scheinbare Zusammendrückung nur 46,77 — 2 = 44,77 Milliontel; bei 15° Temperatur giebt 0°,025 Temperaturerhöhung schon 4 Milliontel, bei 20° gar 6 Milliontel, bei 0° Temperatur aber giebt 0,025 Erwärmung eine Volumensverminderung von 1,5 Milliontel, und die scheinbare Zusammendrückung würde mithin 46,77 + 1,5, also 48,27 betragen. Bei der Unsicherheit der Decimalen in diesen Grössenbestimmungen kann man immerhin die Zusammendrückbarkeit des Wassers zu 46 Milliontel seines Volumens durch eine Atmosphäre annehmen. Versuche, welche Oersted gleichzeitig über die Zusammendrückbarkeit des Glases anstellte, indem er den von ihm gebrauchten Apparat mit Glasstückchen, den übrigen Raum aber mit Wasser anfüllte, dann aus der bekannten Zusammendrückbarkeit des Wassers die des Glases berechnete, ergaben letztere, ganz wie die sonstiger fester Körper, namentlich der Metalle, so gering, dass die erhaltenen Grössen innerhalb der Fehlergrenze liegen und man sie daher vernachlässigen kann. Wenn dieses mit Poisson's Berechnungen nicht übereinstimmt, so liegt der Grund hiervon darin, dass dieser berühmte Geometer die Zusammendrückbarkeit aus der Längenausdehnung durch Gewichte ableitete, statt dass diese nicht eine eigentliche Annäherung der

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXI. S. 361.

Digitized by Google

Theile, sondern vielmehr eine Veränderung der gegenseiti Lage derselben zur Folge hat.

Ganz neuerdings hat M. G. Aimé[1] neue Versuche mit wendung höheren Druckes angestellt, sie auf eine grös Anzahl von Flüssigkeiten ausgedehnt und dabei die Compr sion des Glases nach Poisson's Bestimmung angenomm Die zu untersuchenden Flüssigkeiten waren in ein birnf miges Gefäss mit feiner Spitze eingeschlossen, in welche viel Quecksilber eindrang, als der Theil des Volumens betr um welchen die Flüssigkeit zusammengedrückt wurde, w der in das Meer hinabgesenkte Apparat eine gewisse gem sene Tiefe erreicht hatte. Auf solche Weise war es mög einen weit stärkeren Druck zu erhalten, als der von 30 mosphären, bis wohin Colladon und Sturm ihre Versuche a gedehnt hatten, denn bei dieser neuesten kamen die von bis zu 220 Atmosphären in Anwendung. Die zu einer At sphäre gehörenden Volumensverminderungen der verschiede Flüssigkeiten waren folgende.

Flüssigkeiten.	Zusammen-drückung.
Süsses Wasser	0,0000502
Alkohol von 32°	0,0000682
Alkohol von 40°	0,0000996
Oxalsäure	0,0000479
Essigsäure	0,0000512
Schwefelsäure	0,0000332
Chlorwasserstoffsäure	0,0000432
Ammoniak	0,0000376
Seewasser	0,0000413
Schwefels. Natronlösung	0,0000444
Schwefeläther	0,0000756
Terpentinspiritus	0,0000657
Quecksilber	0,0000040

Diese Zusammendrückung findet statt bei 12°,6 C. un etwas stärker als bei 0° Temperatur, denn für diese be die Verminderung des Volumens für Wasser 0,0000488; für

1 Ann. Chim. et Phys. 3me Sér. T. VIII. p. 257.

Digitized by Google

kohol von 40 Grad 0,0000944; für Schwefelsäure 0,0000302; für Ammoniak 0,0000363 und für Quecksilber 0,0000033.

Vorzügliche Beachtung wegen ihres Einflusses auf die Bestimmung des Wesens der Elasticität verdienen die Versuche von W. Weber über die Elasticität der Seidenfäden [1]. Es geht daraus hervor, dass wie bei der Luft ihre Elasticität bei zunehmendem Drucke anfangs zunimmt, später abnimmt, bei vermindertem aber umgekehrt, und dass ein ähnliches Verhalten auch bei festen, namentlich organischen Körpern stattfindet, was er durch Nachwirkung bezeichnet.

Elasticitätsmesser bei den Hüttengebläsen. IV. 1141.
Elaterit. III. 1112.
Elaterometer. Elasticitätsmesser für die Luftpumpe. III. 227. 228. für Dampfmaschinen. 231. Vergl. **Manometer.** VI. 1198. 1210.
Elektricität. Reibungselektricität. III. 233. Ursprung des Wortes. 234. Erscheinungen im Allgemeinen. 235. idioelektrische, anelektrische Körper, Leiter, Halbleiter, Nichtleiter. 237. VI. 136. symperielektrische. 140. ursprüngliche und mitgetheilte Elektricität. III. 237. entgegengesetzte. 238. Glas- und Harz-Elektricität. 241. positiv und negativ elektrische Körper. 243—245. deren Verhalten. 245—254. Erregung der Elektricität durch Berührung. 255. Druck. 256. Stoss. 258. und Reibung. 259. Veränderung des Aggregatzustandes. 261. 263. Wärme. 264. anscheinend nicht durch Chemismus. 265. und durch Capillarität. 266. Mittheilung derselben. 268. die statische befindet sich bloss auf der Oberfläche. 269—277. ohne Einfluss der verschiedenen Beschaffenheit der leitenden Körper. 272. schnelle Fortleitung. 276. VI. 972. zerstreuet sich durch die Luft. III. 277. Mittheilung durch Funken. 279. Wirkung auf den thierischen Körper. 280. auf Pflanzen. 284. auf ausströmendes Wasser. 287. auf Verdunstung 288. ihr Leuchten. VI. 235. im Vacuum. III. 289. elektrischer Wirkungskreis und Atmosphäre. 297. Vertheilung. 297—310. [illegible] Figuren, elektrischer Regen. 307. Indifferenz und Verhalten der Elektricitäten gegen einander. 310—314. Wesen derselben. IX. 1114. Wärmeerzeugung durch sie. S. **Wärme.** X. 396. bewirkt Volumensverminderung. 414. Geschichte. Kenntniss der Alten bis Newton. III. 315. 316. Verdienste von Gray und du Fay. 317—320. von Franklin. 321. und Oersted. 324. Theorie. 325. Franklin's. 328. Bezeichnung durch + und —. 329. Symmer's. 331. entscheidende Erscheinungen. 332—349. Wesen der Elektricität. 350. nach de Luc. 354. nach J. H. Voigt. 365. nach Schrader. 366. nach Lampadius. 367. nach Gren. 367. nach Oersted. 369. nach Wollaston. 370. nach Parrot. 371. nach Ruhland.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIV. S. 247. Bd. LIV. S. 1.

Digitized by Google

378. nach Roeslin. 381. ist Basis der Wärme. X. 103. al
meine Bemerkungen. III. 382—388. Literatur. 389.
Elektricität, atmosphärische. S. **Luftelektricität.**
Elektricität, galvanische, erregt den Magnetismus. IV. 697.
Elektricität geriebener Metalle. VI. 140.

Zus. Ueber die Elektricität geriebener Metalle hat De la Rive Versuche angestellt. Man muss jedoch unterschei dass es zwei verschiedene Classen dieser Erscheinungen gi die eine, wenn man, wie Hemmer, das Metall mit einem chen Körper reibt, die andere, wenn zwei Metalle an eina gerieben werden. Zur ersten Classe gehören auch die V suche von De la Rive, indem er verschiedene Metalle mit Finger, mit Elfenbein, Horn, Kork, verschiedenen Holzar Cautchuck u. s. w. rieb[1]. Hierbei stellte sich das merkw dige Resultat heraus, dass einige Metalle positiv, andere gativ wurden, einige aber bald den einen, bald den andern stand am Elektrometer zeigten. Die Ursache hiervon s De la Rive in einer dünnen Oxydschicht, womit sich das tall überzieht und die dann, durch den reibenden Körper w genommen, letzterem zum Ueberzuge dient. Eine näher gende und durch anderweitig bekannte Thatsachen begrün Ursache dürfte indess in der veränderlichen Rauheit und Gl der beiden geriebenen Körper zu suchen seyn, ohne zu e problematischen Oxydbildung seine Zuflucht zu nehmen. talle an Stangen isolirt und an einander gerieben wu nicht so weit elektrisch, um das Elektrometer zu affici was Dellmann (bei seinen Versuchen in Mainz) bestät verbindet man aber die isolirten Metalle mit den Enden e Multiplicators, so zeigt die Magnetnadel bei der gering Reibung einen elektrischen Strom, dessen Richtung im Ga mit der des thermoelektrischen zusammenfällt. Zahlreiche V suche dieser Art habe ich mit Metallstäben von 2 bis 2,5 Länge und einem quadratischen Durchschnitt von 0,3 Z. S angestellt, die in ihrer Mitte winkelrecht auf 10 bis 12 lange Glasstangen oder hölzerne Stäbe aufgekittet und einen Ende mit einem zolllangen angelötheten Kupferdr versehen waren, um sie mittelst desselben mit den Enden Multiplicators zu verbinden. Hierdurch wird jeder thermi

1 Bibl. univ. T. LIX. p. 13. Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S.

Einfluss vermieden, und die Versuche lassen sich auch dahin ausdehnen, dass man eins der Metalle erhitzt. Auch ohne vorhergehende Erwärmung scheint es, als ob zuweilen durch blosse Berührung beider Metalle ein elektrischer Strom erzeugt würde, man ist aber nie völlig sicher, ob nicht dennoch eine geringe Reibung stattgefunden habe. Diese Vorrichtung ist bequemer als diejenige, welche BECQUEREL[1] angewandt hat, um durch Reiben metallener Scheiben oder Stäbe einen elektrischen Strom zu erzeugen. Dieser stellt übrigens die Entstehung desselben durch blosse Berührung in Abrede und giebt folgende Ordnung an, in welcher jedes folgende Metall mit dem vorhergehenden positive Elektricität giebt: Wismuth, Palladium, Platin, Blei, Zinn, Nickel, Kobalt, Kupfer, Gold, Silber, Iridium, Zink, Eisen, Kadmium, Arsenik, Antimon, Anthracit, Braunstein. Eine fast umgekehrte Reihe will EMMET[2] gefunden haben, denn nach diesem ist sie folgende: Wismuth, Nickel, Gold, Platin, Silber, Kupfer, Quecksilber, Blei, Zinn, Eisen, Zink, Arsenik, Antimon, in welcher jedes Metall mit dem nachfolgenden gerieben einen positiven Strom geben, beim Contact aber das umgekehrte Verhalten stattfinden soll.

Elektricität, medicinische. III. 390. Geschichte und Apparate. 390. elektrisches Bad. 392. Durchströmen der Elektricität durch den Körper. 394. elektrischer Hauch. 395. Funken. 396. Flaschenschläge. 397. Wirkungsart. 399. praktische Regeln. 401. zu heilende Krankheiten. 403—406. Vergl. **Induction.**

Elektricität, thierische. S. **Galvanismus.** IV. 555. 559.

Zus. Die thierische Elektricität ist im Werke nur in so weit erwähnt, als man die durch GALVANI entdeckten Erscheinungen für ein Erzeugniss des thierischen Körpers hielt, und sofern jetzt als ausgemacht gilt, dass die Froschschenkel und überhaupt die animalischen Organe hierbei nur als Elektroskope wirken, würde es demnach keine thierische (d. h. in dem thierischen Körper und durch denselben entwickelte) Elektricität, mit Ausnahme der in den elektrischen Fischen, mehr geben. Dieser Satz ist aber noch keineswegs begründet, und obgleich die Wissenschaft das Problem noch nicht in sei-

---

1 Traité de Physique considerée dans ses rapports avec la Chimie. Par. 1842. T. I. p. 392.

2 Silliman amer. Journ. of Sc. T. XXV. p. 271. T. XXVI. p. 311.

Digitized by Google

nem ganzen Umfange gelöst hat, so wird doch erfordert, h
dasjenige kurz zusammenzustellen, was bisher geschehen
Die Frage ist also, ob und auf welche Weise im thierisc
Körper, mit Ausnahme der eine besondere Classe bilden
elektrischen Fische, Elektricität erzeugt wird, wobei die vi
und mannigfaltig modificirten physiologischen Wirkungen, wel
die Elektricität und namentlich der elektrische Strom auf
Nerven äussert, die in grösster Vollständigkeit durch FECHN
zusammengestellt sind, ganz unberücksichtigt bleiben.

ALOYSIUS GALVANI[2] leitete bekanntlich die von ihm beoba
teten Erscheinungen von einer im thierischen Körper entwick
ten Elektricität her und suchte, unterstützt durch CARMI
CARRADORI, VALLO, ALDINI u. A., diese Ansicht gegen die
weichende VOLTA's zu behaupten. Anhänger dieser Mein
im Allgemeinen waren auch diejenigen in Deutschland, we
die Versuche wiederholten, z. B. ACKERMANN, CREVE, SCHM
REIL, GREN, und diejenigen, welche die Zahl der Thatsac
vermehrten, unter denen vorzugsweise v. HUMBOLDT[3] und PFA
genannt zu werden verdienen. VOLTA selbst wurde anfang
seiner Ansicht zweifelhaft, als er aus eigenen Versuchen f
dass es zur Erregung von Zuckungen in Froschschenkel
paraten keiner verschiedenen metallischen Belegungen, ja ü
haupt keiner Belegungen bedürfe, indem ein bloser Metalld
oder jeder andere leitende Körper, der zum Ueberführen
Elektricität vom isolirten Nerven zum zugehörigen Mu
diene, im letzteren Convulsionen zu erregen vermöge[5]. A
PFAFF wurde durch seine Versuche veranlasst zu schlie
dass genässte Körper, mit metallischen Belegungen an thi
schen Theilen anliegend, das die Nerven reizende Fluidum n
selbst hergeben, sondern sich nur als leitend verhalten,
dass nur die thierischen Theile, insbesondere die Nerven,
Berührung mit Metallen dieses Fluidum hergeben. Hier
ist er nicht abgeneigt, dieses Fluidum für ähnlich mit demj
gen zu halten, was man Lebensprincip (Nervenfluidum) ne

1 Lehrbuch d. Galvanismus und der Elektrochemie. Leipz. 182
S. 466 ff.

2 Comm. Acad. Bonon. T. VII. von 1791.

3 Vers. über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. 2 Bde. 17

4 Ueber thier. El. und Reizbarkeit. 1795.

5 Phil. Trans. 1793. P. I. Gren's Journ. Bd. VIII. S. 314.

Digitized by Google

oder beide als identisch anzuerkennen [1]. Man darf es den Physiologen nicht verargen, wenn sie etwas beharrlich das räthselhafte Agens, welches die Einwirkung der Nerven auf die Muskeln bedingt und den Zusammenhang zwischen Empfindung und Bewegung vermittelt, für ähnlich oder gar identisch mit der Elektricität finden wollten; denn schon die unmessbare Schnelligkeit des Strömens beider Fluida, wenn man die Nerventhätigkeit gleichfalls auf ein Nervenfluidum zurückzuführen keinen Anstand nimmt, dient eine Schlussfolgerung dieser Art herbeizuführen. Noch beweisender aber mussten die auffallenden Muskelbewegungen erscheinen, die der durch die Nerven geleitete elektrische Strom bei allen Thieren, selbst nach dem Tode, hervorbringt. Die allbekannten Zuckungen der Froschschenkel übergehe ich mit Stillschweigen, eben wie die Bebungen, Zusammenziehungen und Zuckungen der Muskeln, namentlich des Arms, die man gegenwärtig durch die starken Ströme der Inductionsrollen leicht hervorzubringen vermag, und beschränke mich bloss auf einige Fälle, wo Muskelbewegungen nach dem Tode hervorgebracht wurden. Bei einem eben gestorbenen Hänfling konnte v. HUMBOLDT durch mechanisches Prickeln mit einer Nadel am After keine Bewegung erzeugen; als er ihm aber ein Zinkplättchen in den Schnabel und einen Silberdraht in den After steckte und beide Metalle leitend verband, öffnete er die Augen, richtete sich auf und schlug mit den Flügeln. PRÜNELLE konnte ein im Winterschlafe befindliches Murmelthier durch elektrische Flaschenschläge nicht zum vollen Erwachen bringen; als er ihm aber die Polardrähte einer Säule in den Mund brachte, erweckte er es vollständig [2]. Am meisten Aufsehn erregten die Versuche, in denen bei hingerichteten Verbrechern durch die Einwirkung des elektrischen Stromes das Athmen, Aufschlagen der Augen, Bewegung der Arme und Beine, Aufrichten aus der horizontalen Lage u. s. w. beobachtet wurden, wie solche bald nach der Entdeckung der Volta'schen Säule namentlich von ALDINI [3], VASSALLI-EANDI, GIULIO und ROSSI [4], von ALDINI an einem Gehängten [5], von

1 Vergl. Gren Journ. Bd. VIII. S. 377 ff.
2 Gilbert's Ann. Bd. XL. S. 357.
3 Ebend. Bd. XIII. S. 220.
4 Journ. de Phys. T. LV. p. 286. Voigt's Magazin Bd. V. S. 161.
5 Journ. de Phys. T. LVI. p. 378.

Digitized by Google

Froriep und Nysten[1], von Ure gleichfalls an einem Gehäng und von Andern auch später angestellt wurden. Vorzugsw verdienen in dieser Beziehung diejenigen Versuche berücksi tigt zu werden, welche Aldini in grosser Zahl zu dem Zw angestellt hat, um das eigentliche Wesen des damals ziemlich neuen Galvanismus zu erforschen[3]. Die verschied Reize, welche galvanische Ketten auf die Nerven und M keln kalt- und warmblütiger Thiere äussern, sind dabei obachtet, vorzüglich aber eine zahlreiche Menge von Fälle denen bloss durch die Hand, durch die mit Salzwasser bene Finger, vermittelst gleichzeitiger Berührung der Köpfe, Eingeweide, der entblössten Muskeln und Nerven frisch schlachteter Thiere und eines Froschpräparates, letzteres Zuckungen versetzt wurde, selbst wenn die Leitung des a nommenen elektrischen Fluidums durch den Körper eines mehrerer Menschen gehen musste. Nach diesen wohl nicht länglich geläuterten und allseitig genügend geprüften Er rungen konnte sich Aldini leicht bewogen finden, das Nerv fluidum und die Elektricität für sehr ähnlich oder wohl identisch zu halten. Ging aber wirklich ein die Zuckungen Froschpräparate erzeugender, also ein galvanischer Strom Theilen frisch getödteter Thiere über, so musste in letzt eine spontane Entwicklung des elektrischen Fluidums stat den, und das ist es eben, worauf es hier ankommt.

Fechner, einer der bedeutendsten Bearbeiter der Elektr tätslehre in der neüesten Zeit[4], spricht sich, nachdem er bis dahin beobachteten Erscheinungen der physiologischen W kungen der Elektricität zusammengestellt hat, sehr entschei für die Ansicht einer vorhandenen thierischen Elektricität indem er sagt: „Wenn wir theils die Anordnung unsers „vensystems, theils die von ihm abhängigen Erscheinunge „unserm Organismus, theils die Umstände, welche die ele „schen Fische betreffen, in Betracht ziehen, können wir

---

1 S. Voigt's Magazin. Bd. VI. S. 333.

2 Journ. of the Roy. Inst. N. XII. p. 283. Gilbert's Ann. Bd. I S. 209.

3 Van Mons Journ. de Chim. et Phys. T. III. p. 206. 250. bert's Ann. Bd. XIV. S. 320.

4 A. a. O. S. 55 ff.

Digitized by Google

nicht umhin anzunehmen, dass dasjenige, was in den Nerven im lebenden Körper wirksam ist, nichts anderes als das Fluidum der Elektricität sey, ja dass das ganze Nervensystem seinem Wesentlichen nach einen Erregungs- und Circulationsapparat der Elektricität darstelle, die nur deshalb in den meisten Fällen ihre Wirkungen nicht über den Organismus hinaus verbreitet, weil sie unter den Umständen eines geschlossenen galvanischen Apparats wirkt, so dass nur die Theile, die sich in ihrem Kreise selbst befinden, ihre Wirkungen percipiren können." Allerdings gesteht er zu, dass ein eigentliches Experimentum crucis zum vollständigen Beweise noch fehle und die Sache daher immer noch problematisch bleibe; doch scheinen ihm die Gründe für die Hypothese diejenigen, die man dagegen aufgestellt hat, allerdings zu überwiegen. Als beweisend für diese Ansicht erscheinen ihm hauptsächlich die Beschaffenheit der Nerven selbst, die von einem gewissen Puncte ausgehend eben dahin wieder zurückzulaufen scheinen, und ihre Vertheilung zwischen den Bündeln der Muskeln. Der Einwurf, dass die Nerven von feuchten Medien umgeben sind und sich durch feuchte Fäden abbinden lassen, widerlegt er durch die Voraussetzung, dass nur die innere Marksubstanz der Nerven leitend, ihre Hüllen aber isolirend seyen. Gelten diese Einwürfe als beseitigt, so findet er übrigens die grösste Aehnlichkeit zwischen dem Nervenfluidum und dem elektrischen. Beide bewegen sich mit unmessbarer Geschwindigkeit und der Galvanismus wählt beim menschlichen Körper vorzugsweise die Nerven als die besten Leiter, die hierzu also schon vermöge ihrer Organisation eingerichtet zu seyn scheinen. Eine Art Zucken in den Gliedern hat grosse Aehnlichkeit mit elektrischen Strömen und könnte von einer verstärkten Ladung im Gehirn abhängen, die Sinneserscheinungen, durch Galvanismus erzeugt, gleichen den gewöhnlichen sehr, und wenn die Gleichheit nicht vollkommen ist, so lässt sich dieses leicht daraus erklären, dass die Polardrähte auf grobe Weise ganze Massen der Nerven afficiren, statt dass die unbekannte Willensthätigkeit nur die einzelnen feinen Fäden afficirt.

Wegen der Wichtigkeit der Aufgabe wird es nöthig seyn, die Resultate der neuesten Untersuchungen möglichst vollständig zusammenzustellen.

Vor allem muss man zuerst die verschiedenen Arten der

Digitized by Google

Erzeugung der Elektricität an dem menschlichen Körper und d
denselben unterscheiden. Unter die unbedeutenden und leich
erklärenden Erscheinungen gehören diejenigen, wenn d
Reibungen der Haut, insbesondere der Haare, Elektricitä
zeugt wird, denn die letzteren geben bei hinlänglicher Troc
heit stets durch Reibung Elektricität. Erfahrungen dieser
giebt BERTHOLON DE ST. LAZARE[1], indem namentlich (
GONZAGA, Herzog von Mantua, durch Reiben seines Kör
Funken zu erzeugen vermochte, und ebenso THEODORICH
GROSSE. Aehnliches beobachtete BRYDONE[2] an den Haaren
ner Sicilianerin und an einem Marineofficier; auch ist mir ein
bekannt, dessen wollene Unterleibchen beim Ausziehen ein
stern wahrnehmen lassen, was aber als einfache Folge des
bens der trocknen Haut an Wolle, Seide u. s. w. zu betrachte
Man könnte dahin auch den artigen Versuch von REMER rech
wonach die Elektricität bis zum Flaschenschlage geste
wird, wenn man einer lebenden Katze die eine Hand vor
Brust legt und ihr mit der andern den Rücken entlang strei
Fälle dieser Art würden sich zahllose auffinden lassen, w
es der Mühe werth wäre, sie aufzusuchen.

Eine zweite Classe von Erscheinungen bezieht sich auf
spontane Erzeugung der statischen Elektricität, namentlich
Menschen. Hierüber bestehen zwar verschiedene Angaben, a
das Thatsächliche ist noch keineswegs entschieden, und ich
wähne daher nur einige wenige Erfahrungen. Nach HEM
giebt ein feines Elektrometer bei der Berührung mit der H
Spuren von meistens positiver Elektricität[4], PFAFF dag
will diese meistens negativ gefunden haben. Am ausführl
sten äussert sich PARROT[5] darüber. Hiernach soll
sich isoliren und mit den Fingern oder den Lippen
Leiter des doppelten Condensators berühren. Schon
Oeffnen des grossen Condensators divergirt der kleine vor
nem Oeffnen um etliche Grade, beim Oeffnen aber schla

1 Die Elektricität aus medicinischem Gesichtspuncte betrac
Bern 1781. 8.
2 Reisen, d. Ueb. Leipz. 1777.
3 Gilbert's Ann. Bd. XVII. S. 31.
4 Hist. et Comm. Acad. Sc. Theod. Palat. T. VI. p. 119.
5 Grundriss der theoret. Physik. Bd. II. S. 562.

Digitized by Google

e Blättchen an. Der Effect ist der Stärke des Lebenspro-sses proportional und bleibt beim Anhalten des Athmens fast nz aus. Die erzeugte Elektricität ist also Product des Ath-ens, sie ist positiv, doch wird durch Anhauchen des Conden-tors keine erzeugt. Ich selbst habe oft beiläufig versucht, i beim Berühren des Elektrometers, meistens ohne Isolirung, puren von Bewegung des Goldblättchens zum Vorschein kom-en, habe allerdings zuweilen schwache Anzeigen wahrgenom-en, war aber nie ganz sicher, ob sie nicht durch vorausge-ngenes Reiben an idiolektrischen Körpern oder durch Ent-lung des etwas gespannten Säulenelektrometers herbeigeführt rden. Ist der Mensch isolirt, so kann leicht an ihm durch Reibung seiner wollenen oder seidenen Bekleidung oder ner trocknen Hände eine geringe, das Elektrometer affici-de Elektricitätsmenge erzeugt werden, und diese könnte ihm h adhäriren, wenn der trockene Fussboden eine genügende bleitung darbietet. Weil man aber in zahllosen Fällen mit n Finger die Conductoren und Elektrometer berührt, um en die mitgetheilte Elektricität zu entziehen und sie in den tralen Zustand wieder zurückzuführen, so müssten sich hier-nothwendig häufig Spuren eigener Elektricität des mensch-en Körpers gezeigt haben, und da dieses bisher nicht wahr-nommen wurde, so werden hierdurch die Resultate der we-gen eigens angestellten Versuche verdächtig. Im Allgemei-n müssen wir daher den menschlichen und der Analogie nach n thierischen Körper für elektrisch neutral halten, und es gt sich dann nur, ob es einzelne Ausnahmen von dieser all-neinen Regel giebt. Hierauf bin ich seit vielen Jahren auf-ksam gewesen, indess sind mir nur zwei Fälle bekannt ge-den, deren Constatirung durch Augenzeugen wegen der tenheit der Sache wünschenswerth seyn würde. Ein Arzt ählte mir von einer Patientin, die am heftigsten Nervenfie-leidend, woran sie andern Tags starb, den sie berührenden sonen merkbare elektrische Schläge ertheilte, wobei man ihren Zügen deutliche Spuren übelwollender Willensthätig-t wahrnahm. Weitere Versuche anzustellen erlaubte ihr Zu-d aus begreiflichen Gründen nicht, wie interessant dieses h für die Wissenschaft gewesen seyn würde. Ein anderer t entdeckte an einer, von ihrer Krankheit später genesenen, ientin, dass sie bei der Berührung ein Prickeln, wie von

Digitized by Google

kleinen elektrischen Funken, wahrnehmen liess. Mit Zuzieh eines Physikers wurde die Person auf genügenden Lagen denzeug isolirt, und hierdurch steigerten sich die elektris Entladungen bis zu sichtbaren Funken. Meinen Wunsch, den teren Fall bekannt zu machen, habe ich wiederholt geäus

Die oben ventilirte Frage über die Aehnlichkeit zwis der Elektricität und dem Nervenfluidum und die Betrach dass im lebenden Körper unausgesetzt chemische Verbindu und Trennungen vorgehen, die nach der chemischen The also galvanische Elektricität entwickeln müssten, oder, w dieses mit der Erfahrung nicht übereinstimmt, die unl bare Berührung heterogener, also ungleich elektrisch dispon Körper, die in Gemässheit der Contacttheorie Trennungen neutralen Elektricität herbeizuführen fähig seyn könnten[1], anlassten die dritte Classe von Untersuchungen, ob im In der thierischen Körper sich Spuren galvanischer Strömun zeigen, und eben auf diese hat man, wie billig, den me Fleiss verwandt. VASSALLI-EANDI und noch mehr BELLINGE untersuchten die verschiedenen Theile des menschlichen Kör um die Stellen zu bestimmen, die sie in der elektrischen R der Körper einnehmen. Hierbei fand sich, dass sie durch bensdauer und Gesundheit bedingte Veränderungen erle Das Venenblut bleibt sich im Ganzen gleich und soll in Reihe den Platz des Eisens einnehmen, die übrigen Flüssig ten nähern sich mehr den negativen Metallen, doch ist ihr halten nach dem Alter und der eigenthümlichen Constit verschieden. Hiernach sollte man vermuthen, dass sie d ihre Verbindung galvanische Ströme und zwar solche zu e gen im Stande sein müssten, die eine Bewegung empfindli Multiplicatornadeln erzeugen könnten. Allein nach den Ve chen von POUILLET[3] ist weder der Blutumlauf an sich, auch die Nerventhätigkeit mit Entwickelung von Elektri verbunden. Es wurden nämlich mit einem empfindlichen

1 Zu dieser Annahme berechtigen vorzugsweise auch die Ver von KÄMTZ (s. **Säule**), wonach sich aus blossen organischen Sub zen ohne irgend ein Metall Volta'sche Säulen herstellen lassen.

2 Mem. della R. Accad. delle Sc. di Torino. T. XXIV u. X Journ. de Phys. T. V. p. 336.

3 Journ. de Phys. par Magendie. T. V. p. 1.

tiplicator vereinte Drähte an verschiedenen Stellen des lebenden menschlichen Körpers so eingestochen, dass ihre Spitzen mit dem strömenden Blute oder den Nerven in Verbindung standen. Waren die Drahtspitzen oxydirbar, so zeigten sich allerdings Spuren von Elektricität, bei nicht oxydirbaren aber, namentlich von Platin, zeigte sich nicht die geringste Wirkung. Wegen der Sicherheit der hierdurch erhaltenen Resultate blieb man dabei stehen, die spontane Entwickelung der Elektricität im lebenden menschlichen Körper zu verneinen. Später machte Donné[1] Versuche bekannt, durch die er mit Anwendung empfindlicher Multiplicatoren einen elektrischen Gegensatz zwischen der Haut und den schleimigen Membranen des Mundes aufgefunden zu haben vermeint. Dieses bestätigte Matteucci[2] durch eigene Versuche, und erweiterte es, indem er auch zwischen Magen und Leber und anderen Theilen des Körpers einen solchen Gegensatz auffand. Das negative Resultat der Versuche Pouillet's will er daraus erklären, dass die Nerven zu unvollkommene elektrische Leiter seyn sollen, was wohl keinen Beifall finden dürfte; vielmehr könnte man fragen, ob bei zu grosser Entfernung der Drahtspitzen von einander der Widerstand nicht jede Wahrnehmung eines elektrischen Stromes gehindert habe. Nach seiner Ansicht sollen diese Erscheinungen mit dem Lebensprocesse zusammenhängen und mit diesem zugleich aufhören, wogegen aber Donné streitet, der sie vielmehr vom Gegensatze der Alkalität und Acidität der hierbei in Contact gebrachten Theile ableitet. Auch Vegetabilien, namentlich Obstarten, sollen mit Anwendung eines empfindlichen Multiplicators Abweichungen der Nadel zeigen, wenn man zwei Platindrähte, den einen in den Stiel, den andern in die Blume, einsenkt. Aehnliche Versuche an Thieren haben die Italiener Puccinotti, Pacinotti, Zantedeschi und Favio angestellt und eigenthümliche vitale elektrische Ströme in den Animalien gefunden, die weder thermoelektrisch noch elektrochemisch, sondern von eigenthümlicher Beschaffenheit seyn sollen[3]. Die ganze Aufgabe wird übrigens dadurch noch schwieriger, dass ganz gleich scheinende Platindrähte dennoch leicht in so weit

---

1 Ann. de Chim. et Phys. 1834. Déc.
2 L'Institut. 1834. N. 75.
3 Lond. and. Edinb. Philos. Magaz. N. CXVIII. p. 271.

Digitized by Google

verschieden seyn können, um beim Eintauchen in leitende
sige oder feuchte Körper die Nadel eines sehr empfindli
Multiplicators abweichen zu machen.

Aller dieser Bemühungen ungeachtet musste die Ide
des elektrischen und des Nervenfluidums zweifelhaft bleiben,
bei der ausserordentlichen Empfindlichkeit der gegenwärti
Gebote stehenden Apparate, durch welche die schwächsten e
trischen Strömungen wahrnehmbar sind, musste man erwa
auch die in den Nerven vorhandenen deutlich und unverken
nachzuweisen, wenn solche in der Wirklichkeit existirten,
wirklich ist es auch den anhaltenden Bemühungen MATTEU
gelungen, die Aufgabe mindestens einen bedeutenden Sc
weiter zu fördern. Seine Hauptversuche gewinnen dad
an Gewicht, dass die Resultate durch Augenzeugen, namen
DUMAS, v. HUMBOLDT und Andere bestätigt sind. MATTE
präparirte den Nerv eines Froschschenkels, legte das
desselben auf den präparirten Schenkel eines andern Fros
und wenn letzterer auf irgend eine Weise, namentlich
durch Galvanismus gereizt wurde, so erfolgte auch Con
tion im ersteren. Hätte dieser Erfolg bloss bei Anwen
des Galvanismus stattgefunden, so konnte leicht im verbu
nen Frosche durch eine Art elektrische Induction gleic
ein galvanischer Reiz erzeugt werden, allein selbst me
nische Reize blieben nicht ohne Wirkung. Auffallend ist
gender, mir nicht wohl erklärbarer, Zusatz. Wenn unter
Nerv des ersten Frosches ein Stück ungeleimtes feines
nässtes Papier gelegt wurde, so dass also die Strömung
dieses fortgeleitet werden musste, so erfolgten Zuckungen,
ben aber aus, wenn er statt dessen ein dünnes Goldblät
darunter legte. MATTEUCCI präparirte ferner den Nerv
Froschschenkels und legte ihn der Isolirung wegen in ein
gefirnisstes, mit Wasser gefülltes Glas, welches der Beoba
frei halten musste. Wurde dann das eine Ende dieses N
in die Wunde eines lebenden oder eben getödteten Fros
gebracht und mit dem andern der entblösste Muskel dess
berührt, so entstanden augenblicklich Contractionen, die
hiernach durch einen elektrischen Strom in den Nerv
regt zu seyn schienen[1]. Die in den Muskeln spontan

---

1 Compt. rend. T. XV. N. 17. p. 797.

Digitized by Google

ickelte Elektricität gleicht nach ihm der des Zinks in Säu-
en. Verbindet man das Innere des Muskels eines lebenden
Thiers durch einen galvanometrischen Draht oder mittels des
roschschenkels mit einem andern Theile desselben Thiers,
en Nerven, der Oberfläche eines Muskels, der Haut u. s. w.,
o zeigt sich ein elektrischer Strom [1].

Die späteren Versuche MATTEUCCI's beziehen sich auf die Construction von Säulen aus Theilen thierischer Körper. Er verband den Nerv eines Frosches mit den Füssen eines zweiten, en Nerv des zweiten mit den Füssen eines dritten u. s. w. und ildete auf diese Weise eine galvanische Kette, deren Pole r mittelst genässten Fliesspapiers mit den Platindrähten eines 500 Windungen enthaltenden Multiplicators verband und beim chliessen Bewegungen der Nadel erhielt. Ferner fand er, ass bei dem Schenkel des Frosches der elektrische Strom vom ussersten Ende nach dem Centrum, bei den Muskeln warmblütiger Thiere aber umgekehrt gerichtet ist. Als Endresulat glaubte er gefunden zu haben, dass die Versuche die Existenz eines freien elektrischen Stromes im lebenden Thiere nicht beweisen, auch nicht auf eine freie Circulation der Elektricität in den nervösen Fibern schliessen lassen. Die Linien des elektrischen Stromes bestehen übrigens auch ohne die Integrität des nervösen Systems. Nach seiner Ansicht wird die Elektricität durch den speciellen chemischen Process der Assimilation hervorgebracht, obgleich ein beständiger elektrischer Strom hierbei ebenso wenig existirt, als bei der Verbindung einer Säure und eines Alkali. GUERARD hat bei ähnlichen Versuchen wenig abweichende Resulate erhalten, beide aber meinen, die Sache müsse erst durch fortgesetzte Untersuchungen klar werden [2]. Diese anzustellen hat MATTEUCCI nicht unterlassen, den einmal aufgenommenen Gegenstand eifrig verfolgend. Entdeckte er, dass bei den Säulen, die aus einer Verbindung der Muskeln der Frösche mit den Nerven der Füsse gebaut sind, Zusammenziehungen der Frösche erfolgen, wenn man die Berührungsstellen der Muskeln und Nerven mit Alkali betupft, dass sich auch eine vermehrte Abweichung der Magnetnadel

---

1. L'Inst. 1841. 9me Ann. N. 403. 10me Ann. N. 426. p. 66.
2. Ebendas. 10me Ann. N. 466. p. 426.

Digitized by Google

zeigt[1]. Er blieb nicht dabei stehen, solche Säulen aus F
schen und überhaupt kaltblütigen Thieren zu construiren, s
dern suchte sie auch aus warmblütigen zu Stande zu brin
um so mehr, da er früher schon entdeckt hatte, dass ein e
trischer Strom in den Muskeln aller Thiere existirt, we
vom Innern nach der Oberfläche gerichtet ist. Wirklich ge
es ihm, aus fünf Tauben eine Säule zu construiren, inde
beim einen Schenkel das Innere, beim andern das Aeussere
Muskels bloss legte und durch Berührung mit einander in
bindung setzte. Es zeigte sich, dass die durch die Abweic
der Multiplicatornadel gemessene Intensität des Volta'
Stromes um so viel stärker ist, auf einer je höheren Stufe
Thier steht, dass aber die Wirkungsäusserung in gleichem
noch grösserem Masse schneller verschwindet, weswegen
schwer hält, solche Ketten zu bilden und ihre Wirkung w
zunehmen[2].

Spätere Versuche[3] mit Säulen aus lebenden Tauben
struirt bestätigten die früher erhaltenen Resultate, die An
wird aber durch den Umstand erschwert, dass die elekt
Kraft bei warmblütigen Thieren mit dem Tode so s
schwindet und es so schwer hält, die zu den Versuchen
wandten Individuen bei den nothwendigen Verwundungen
dem Binden längere Zeit am Leben zu erhalten. Nach
Ansicht entwickelt der chemische Process, durch welche
Bildung der Theile des thierischen Körpers erfolgt, zu
die Elektricität und Wärme. Insofern aber ein elektr
Strom Contractionen der Muskeln erzeugt, stellte er si
Aufgabe, in welchem Verhältniss die Stärke des elektr
Stromes, gemessen durch die Quantität des aufgelösten
zur Kraftäusserung der Muskeln stehe. Durch Versuc
mehr als 2000 Fröschen, deren zusammengebundene Sc
er mit einem Bleigewichte beschwerte, welches die sich
trahirenden Muskeln in Folge eines durch die Nerven g
ten elektrischen Stromes zu einer gemessenen Höhe

1 Compt. rend. T. XVI. p. 197.

2 Ebend. T. XVIII. N. 11. p. 443. Eine Zusammenstell
vorzüglichsten Resultate findet man in Becquerel Traité de Phys.
T. II. Par. 1844. p. 600 ff.

3 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. XI. p. 403.

Digitized by Google

gelangte er zu dem Resultate, dass die erregte Muskelkraft der Stärke des elektrischen Stromes direct proportional sey. Aus den erhaltenen Werthen, die er jedoch selbst nur als genähert betrachtet, geht hervor, dass der mechanische Nutzeffect, welchen der elektrische Strom durch seine Einwirkung auf die Muskelkraft zu erzeugen vermag, diejenigen weit übertrifft, die durch todte mechanische Vorrichtungen erhalten werden. Man begreift übrigens leicht, dass sich keine praktische Anwendung hievon machen lässt, auch stehen die unbedeutenden schwachen Ströme, welche MATTEUCCI in thierischen Körpern nachgewiesen hat, zu den starken, durch mehrere Elemente der Kohlensäure erzeugten, welche die Muskelcontractionen bewirkten, in gar keinem Verhältniss, so dass es vor der Hand zu gewagt seyn würde, die Aeusserungen der Muskelkraft, namentlich des Herzens, in lebenden Thieren von der gleichzeitig etwa hierin entwickelten Elektricität abzuleiten.

Elektricität, unterirdische. III. 776.

Elektricität, verstärkte. S. **Flasche.** IV. 378.

Zus. Die Elektricitätslehre ist seit der Abfassung der einschlägigen Artikel bedeutend[1] und zwar vorzugsweise durch FARADAY erweitert worden, weswegen es sich wohl der Mühe lohnt, dasjenige, was er neu hinzugesetzt hat, den wesentlichsten Elementen nach hier mitzutheilen. Seine Untersuchungen sind fast insgesammt in den Philos. Trans. enthalten, die ersten 14 Reihen besonders herausgegeben[2]. Die Abhandlungen in fortlaufenden Paragraphen finden sich sämmtlich übersetzt in Poggendorff's Annalen, worauf sich die folgenden Citate beziehen. Hier kann nur dasjenige berücksichtigt werden, was er in Beziehung auf Reibungselektricität geleistet hat. Voraus setzt er, dass alle Elektricitäten, auf welche Weise sie auch erzeugt werden, dem Wesen nach sich gleich sind. Hierbei unterscheidet er Spannungselektricität (statische) von der strömenden (dynamischen), nennt als der ersten eigenthümlich die Anziehung und Abstossung in messbare Fernen, als der letz-

1 Eine Zusammenstellung der Elektricitätslehre nach ihrem jetzigen Zustande ist durch P. RIESS geliefert in: Repertorium der Physik von H. W. DOVE. Bd. II. S. 1. Berl. 1838, wodurch man sich eine Uebersicht des Ganzen verschaffen kann.

2 Experimental researches on Electricity. Lond. 1839. 8.

Digitized by Google

ten aber zukommend Wärmeerregung, Erzeugung des Ma
tismus, chemische Zersetzungen, physiologische Wirkungen
Funken. Demnächst zeigt er, meistens durch neue Vers
dass alle diese Wirkungen durch die Volta'sche und el
durch gemeine Elektricität, worunter er die durch Elekt
maschinen, die Atmosphäre, Druck oder Spaltung von Kr
len oder sonstige Ursachen erzeugte versteht, hervorge
werden. Namentlich wiederholte er zu diesem Ende Co
DON's bekannten Versuch und fand, dass die Nobili'sche
gnetnadel allerdings durch den Strom der Reibungselekt
abgelenkt wird. Die chemischen Wirkungen des letztere
er durch eine Menge grösstentheils neuer Versuche a
Zweifel gesetzt. Hierzu bediente er sich hauptsächlich
Glasscheibe, legte auf diese zwei Stücke Stanniol und
diese durch Drähte mit dem Conductor und dem Rei
der Maschine in Verbindung. Auf jedes der Staniolblä
legte er einen an seinem einen Ende aufgebogenen Plati
dessen anderes den in der Mitte zwischen beiden befind
Tropfen der zu zersetzenden Flüssigkeit berührte. Diese
sigkeiten waren schwefelsaures Kupfer, wobei sich der
mit metallischem Kupfer überzog, mit der Hälfte Wasser
dünnte Salzsäure durch schwefelsauren Indigo tief blau g
und Iod-Kalium-Lösung mit Stärke; auch wandte er, sta
Tropfens, Fliesspapier an, welches mit Iod-Kalium-L
befeuchtet war, und Lakmus- oder Curcumä-Papier mit
bersalzlösung befeuchtet. Um die Aehnlichkeit noch wei
treiben, legte er drei aus Lakmus- und Curcumä-Papie
stehende, mit Glaubersalzlösung befeuchtete, Papierstreife
trennt auf einer Glasscheibe in eine Reihe, verband die ä
sten mit der Maschine und auf der anderen Seite durch
tindrähte mit dem mittleren. In allen diesen Fällen z
sich die chemischen Zersetzungen, und zwar am leichl
wenn der Leitungsdraht der Maschine durch einen
Bindfaden unterbrochen worden war; denn man mus
Ueberschlagen der Funken vermeiden, durch die sonst
etwas Salpetersäure aus der Luft gebildet wird, was de
folg unsicher macht. Den bekannten Wollaston'schen V
mit zwei in Glas eingeschmolzenen Drahtspitzen hält er
dings für beweisend, jedoch entscheidet er nicht darübe
dabei wirklich an jedem Ende beide Gase vereint entw

Digitized by Google

werden. Um die physiologische Wirkung derjenigen des galvanischen Stromes ähnlicher zu machen, legte er ein Platinblech auf die Zunge, verband dieses mit einem nassen Faden und entlud dadurch eine nicht stark geladene Flasche. Eine genaue Untersuchung ergiebt auf gleiche Weise, dass auch die Magneto-elektricität und die durch die Fische entwickelte, von ihm thierische genannt, die nämlichen Wirkungen äussern. Sehr interessant sind die von ihm dann angestellten Massbestimmungen, indem er Batterieen von ungleich vielen gleichen Flaschen zu ungleicher Spannung lud, den Funken durch dickere oder dünnere Drähte oder genässte Fäden entlud und aus den in bestimmten Zeiten erhaltenen Ablenkungen der Multiplicatornadel fand, dass die ablenkende Kraft der Elektricität die in gleichen Zeiten durch den Leiter strömende Menge von Elektricität ohne Rücksicht auf ihre Spannung proportional ist. Durch ähnliche feine Mittel verglich er die ablenkende und chemische Kraft der Reibungselektricität mit derjenigen, welche durch eine kleine Säule aus einem kurzen Ende eines Platin- und eines Zinkdrahtes mit schwach gesäuertem Wasser erzeugt wurde, und fand hierdurch das aufgestellte Gesetz bestätigt, überzeugte sich aber zugleich von der geringen Menge der durch Reibung erzeugten Elektricität, verglichen mit der eines noch so kleinen Voltaischen Apparates [1].

Faraday modificirte die Zersetzungsversuche durch Maschinen-Elektricität noch auf mannigfaltige Weise; doch bedarf es einer detaillirten Beschreibung nicht, wenn man nur im Allgemeinen bemerkt, dass er Zersetzung der genannten Substanzen ohne merkliche Aenderung der Resultate erhielt, sobald er den elektrischen Strom durch nasse Schnüre bis zur Länge von 70 Fuss leitete; auch fehlten sie nicht, wenn die Ableitung der zugeführten Elektricität statt eines Drahtes durch eine nasse Schnur bewerkstelligt wurde oder selbst, wenn beide fehlten und die Elektricität sich in die Luft zerstreute, selbst wenn zugespitzte Streifen benetzten Papiers auf Isolatoren befestigt zwischen zwei Spitzen der Conductoren gehalten oder nur dem einen Conductor frei in der Luft genähert wurden [2].

Was Faraday weiter in der Reibungselektricität geleistet

1 Poggendorff Ann. Bd. XXIX. S. 274. 365.
2 Ebendas. Bd. XXXII. S. 401.

Digitized by Google

hat, bezieht sich hauptsächlich auf die sogenannte Vertheil oder den elektrischen Wirkungskreis, worüber unter **Induct** gleichfalls das Wesentlichste nachgetragen werden soll. Di Untersuchungen sind die 11., 12., 13. und 14. Reihe ge met, die zwar rücksichtlich aufgefundener neuer Thatsac keine grosse Ausbeute gewähren, dagegen aber eine gr Beachtung verdienen, weil auch auf die hieraus erhaltenen sultate die neue Theorie angewandt wird.

Unter den Versuchen verdienen jedoch diejenigen hervo hoben zu werden, welche mit einem grossen hohlen Würfel a stellt wurden. Dieser bestand aus einem Holzrahmen von Fuss Seite, welcher mit Kupferdraht umwunden dann mit pier und auf allen Flächen mit Stanniol überklebt w Nachdem durch das Drehen einer grossen Elektrisirmasc die Luft im Zimmer elektrisch gemacht, hauptsächlich nachdem der ganze isolirte Würfel als ein Conductor gel war, zeigte ein Metalldraht, dessen eines Ende mittelst langen Glasröhre isolirt in die Mitte desselben gebracht keine Spur freier Elektricität, ja als FARADAY selbst sic der Mitte des Würfels befand, konnte er diese mit f Elektrometern nicht wahrnehmen. Es ist klar, dass d Apparat die von BIOT angegebenen isolirten hohlen Halbku welche eine massive innere einschliessen, weit übertrifft. diesen Resultaten wird gefolgert, dass bisher weder Le noch Nichtleitern eine absolute und unabhängige Ladung bloss einer Elektricität mitgetheilt und dass dieser Zustan Materie unmöglich sey, welcher jedoch nach der Hypothese zwei vorhandenen Elektricitäten möglich seyn müsste. Richtigkeit dieses Schlusses ist indess durchaus unbegri denn vorausgesetzt, dass die im getrennten Zustande als k lich verschieden auftretenden Elektricitäten im gewöhnlicher bundenen Zustande sich neutralisiren, so muss allezeit die ein weichen, wenn die andere wirksam auftreten soll, was sich auch mindestens nicht widerlegen lässt, da wir keinen vollkom nen Isolator haben, und es muss daher auch wohl zugegeben den, dass bei den Turmalinen u. s. w. gleichfalls die eine Ek cität entweicht oder am andern Pole aufgehäuft wird, wenn d dere und noch obendrein wechselnd hervortritt. FARADAY geht diese Erscheinungen, die man allerdings wohl zur W legung der von ihm behaupteten Unmöglichkeit des Auftr

Digitized by Google

einer Elektricität anführen könnte. Zur Anstellung der zahlreichen Vertheilungsversuche diente ein dem Wesen nach zur Classe der elektrischen Flaschen gehöriger Apparat, Differential-Inductor genannt, welcher allerdings die Aufmerksamkeit der Physiker verdient. Eine aus zwei luftdicht schliessenden, inwendig gut polirten Hälften bestehende messingene Kugel a a ist mit dem Hahnstück c verbunden, um sie auf die Luftpumpe zu schrauben. Oben geht durch die Dille g der Schellack-Träger der innern Kugel h, die an dem messingenen Stiele i festsitzt, auf dessen oberem Ende der Messingknopf B sitzt. Dieser Stiel ist von der Schellackmasse l l umgeben und mittelst derselben in dem Halse g luftdicht eingekittet. Die Kugel h hat bei n eine kleine Oeffnung, damit die Luftart, welche den innern Raum der äussern grössern Kugel füllt, eindringen könne. Um die Vertheilung der Elektricität in den verschiedenen Gasen oder Flüssigkeiten zu untersuchen, macht man die Kugel luftleer und lässt die getrockneten Gase hineintreten, oder man kann sie auch mit Wasser füllen und die Gase hineinsteigen lassen, was jedoch weniger geeignet seyn dürfte. Ueber das Einbringen der Flüssigkeiten durch die Röhre ist nicht nöthig eine Anweisung zu geben, wie sich denn auch von selbst versteht, dass man leicht geeignete Substanzen in den Zwischenraum bringen könne. Die zahlreichen damit angestellten Versuche bieten keine mit der gewöhnlichen Theorie unvereinbaren Resultate dar, doch ist es wichtig, die daraus abgeleiteten Folgerungen kennen zu lernen. Nachträglich hat FARADAY [1] noch interessante Versuche mitgetheilt, die sich übrigens aus den bekannten Gesetzen der Vertheilung leicht erklären lassen. Isolirt man einen metallenen Becher, welcher unten mit einem Elektrometer verbunden ist, und senkt man eine elektrisirte Kugel an einem Seidenbande in denselben herab, so divergirt das Elektrometer; die Divergenz erreicht ihr Maximum, wenn die Kugel ungefähr in der Mitte ist. Stehen mehrere isolirte Becher in einander, so zeigt der äusserste dieselbe Erscheinung, auch wenn einige der Becher leitend verbunden sind. Fig. 2.

FARADAY fühlt sich gezwungen, zwei Kräfte (Elektricitäten)

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Magaz. T. XXII. p. 200. Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 603.

oder zwei Formen (Richtungen) einer einzigen Kraft anzu[illegible]
men, die sich weder bei der statischen, noch bei der dynami[illegible]
Elektricität trennen lassen, und mit deren einer einzeln [illegible]
Körper geladen werden kann. Der Umstand, dass Eis i[illegible]
mithin durch metallische Belegung desselben Vertheilung er[illegible]
werden kann, wogegen nach dem Flüssigwerden Zerle[illegible]
eintritt, was auch bei andern Körpern stattfindet, brachte
Vermuthung hervor, auch die Vertheilung sey stets eine [illegible]
kung angrenzender Theilchen, und eine Wirkung in die [illegible]
finde niemals anders als durch vermittelnden Einfluss einer
zwischen liegenden Substanz statt. Einen Hauptbeweis hi[illegible]
findet er in dem Umstande, dass die Vertheilung auch in k[illegible]
men Linien geschieht, und dass es unmöglich ist, irgend [illegible]
elektrische Ladung ohne die Anwesenheit einer Materie zu
werkstelligen, wonach dann die Vertheilung eine Wirkung [illegible]
Körpertheilchen seyn soll, von denen jedes beide Kräfte (E[illegible]
tricitäten) zu genau gleichem Betrage entwickelt enthält. [illegible]
begreift, dass es leicht seyn muss, nach dieser Hypothese
Wirkungen der Reibungselektricität zu erklären, welche Fara[illegible]
unter den Bezeichnungen der elektrolytischen und der zerrei[illegible]
den Entladung zusammenstellt. Die letztere findet dann [illegible]
wenn der Funke durch Nichtleiter dringt, und hierunter [illegible]
daher die werthvollen Versuche enthalten, woraus hervorg[illegible]
dass die meisten Gase den Funken schwerer durchlassen [illegible]
die atmosphärische Luft. Ueber den Funken selbst giebt [illegible]
radaʏ folgende dunkle Erklärung: „Er ist eine Entladung [illegible]
Schwächung des inductiven Polarisationszustandes vieler di[illegible]
trischen Theilchen durch eine besondere Wirkung einiger [illegible]
niger dieser Theilchen, die einen sehr kleinen und beschr[illegible]
ten Theil einnehmen; alle zuvor polarisirte Theilchen ke[illegible]
dabei in ihren anfänglichen oder normalen Zustand zurück [illegible]
umgekehrter Ordnung, in welcher sie ihn verlassen haben. [illegible]
sie vereinigen mittlerweile ihre Kräfte, um den Entladungs[illegible]
zu erzeugen oder vielmehr fortzusetzen, an dem Orte, wo [illegible]
Umsturz der Kraft zuerst stattfand. Es macht dieses auf [illegible]
den Eindruck, als ob die wenigen Theilchen, die sich am [illegible]
der Entladung befinden, nicht bloss zur Seite gestossen, s[illegible]
dern in einen gewissen temporär höchst aufgeregten Zu[illegible]
versetzt würden, d. h. als ob sie nach und nach alle umge[illegible]
den Kräfte auf sich häuften und demgemäss zu einer Inte[illegible]

Digitized by Google

tät des Zustandes gesteigert würden, die vielleicht der von chemisch sich verbindenden Atomen gleich ist, und somit ihre Kräfte durch eine uns für jetzt unbekannte Art entlüden." Eigene Versuche über das eigenthümliche Licht des Funkens in verschiedenen Gasen bestätigten im Ganzen das bereits hierüber Bekannte; elektrische Lichtbüschel erzeugte er unter andern auch in Terpentinspiritus, wo sie jedoch nur schwierig hervorgebracht werden, in verdünnter Luft und in verschiedenen Gasen: über die Verschiedenheiten, welche die positive und negative Elektricität in dieser Beziehung darbieten, hat er viele beachtenswerthe Thatsachen beigebracht, zur genauen Ermittelung des zwischen beiden wirklich vorhandenen Unterschiedes müssten aber die sie gebenden Theile der Maschine völlig gleich seyn, was selbst durch die von Pfaff empfohlene (Bd. III. S. 443) nicht ganz erreicht wird, bei welcher übrigens die Funken beider Elektricitäten einander völlig gleich seyn sollen.

Für eine Theorie, „die alle elektrische Erscheinungen auf eine Wirkung angrenzender Theilchen bezieht," war wohl das Verhalten im leeren Raume die allerwichtigste Frage, allein man wird im höchsten Grade überrascht, wenn man unter der wahrhaft zahllosen Menge von Versuchen nicht einen einzigen hierauf bezüglichen findet. Obgleich Faraday seine reiche Belesenheit sonst überall genügend bekundet, so finden wir nichts weiter als die Angabe von Morgan[1], dass ein Vacuum nicht leite, und eine kurze Erwähnung der Versuche H. Davy's[2], worüber es bloss heisst: „H. Davy schloss aus seinen Untersuchungen, dass, so vollkommen er ein Vacuum darstellen konnte, es leite; allein er betrachtete die von ihm dargestellten Vacua nicht als absolut." Unmöglich kann dieses bei einem so entscheidenden Puncte genügen, noch weniger wenn es heisst: „bei dergleichen Versuchen glaube ich die leuchtende Entladung hauptsächlich an der Innenfläche des Glases beobachtet zu haben, und es scheint nicht ganz unwahrscheinlich, dass, wenn das Vacuum nicht leitet, es doch die dasselbe begrenzende Oberfläche thut." Seine Theorie, meint er, sey durch Versuche mit leeren oder anders beschaffenen Räumen noch nicht hinreichend begründet, um anzugeben, was in einem

1 Philos. Trans. 1785. p. 272.
2 Ebendas. 1822. p. 64.

Digitized by Google

Vacuum geschehn würde. Bis jetzt habe er sich nur bemüh
festzustellen, dass alle elektrische Erscheinungen bedingt un
erzeugt werden durch die Wirkung angrenzender Körpe
theilchen, das nächste als ein angrenzendes betrachtet, da
ferner diese Theilchen polarisirt werden, dass jedes zwei Krä
oder eine Kraft in zwei Richtungen zu wirken besitzt, u
dass sie nur durch Wirkung auf die angrenzenden und inte
mediären Theilchen in die Ferne wirken. Diese Theorie s
indess die Wirkung in die Ferne nicht ausschliessen. Gese
es befände sich ein positiv elektrisches Theilchen im Mitte
puncte eines Vacuums von einem Zoll Durchmesser, so würde
aus dieser Entfernung auf alle die Grenzfläche der Kugel b
denden Theilchen mit einer dem Quadrate der Entfernung u
gekehrt proportionalen Kraft wirken; wäre die Kugel aber a
einer isolirenden Substanz erfüllt, so würde es seine gan
Kraft auf die Polarisirung der angrenzenden Theilchen v
wenden, in ihnen auf der zugewandten Seite eine negati
auf der abgewandten eine positive, beide der eigenen glei
erzeugen, so dass die Oberfläche der Kugel dann auf glei
Weise indirect, wie durch den leeren Raum direct, in bei
Fällen mit gleicher Kraft polarisirt würde.

Gleich nach Bekanntwerdung der Davy'schen Versuche ha
ich zwei etwas über 2 Lin. im Durchmesser haltende Glasr
ren anfertigen lassen, in denen oben ein 0,1 Lin. dicker P
tindraht eingeschmolzen ist, und die dann mit Quecksilber
vollkommen ausgekocht sind, dass sie auf die Luftpumpe g
schraubt ein vollendetes Torricelli'sches Vacuum geben. W
dem Platindraht Elektricität zugeführt, so bildet sich ein
stumpfer Kegel vom Knöpfchen des Drahtes ausgehender,
einigen Stellen röthlich, unten grünlich gefärbter, die ga
Röhre füllender, zwei bis sechs oder acht Zoll langer, auf d
unteren Quecksilberfläche mehrere glänzende Lichtpünctch
zeigender, hell glänzender, sehr beweglicher und sichtbar st
mender Cylinder. Wollte Faraday eine neue Theorie begrü
den, so wäre es wohl der Mühe werth gewesen, da ihm a
denkbare Mittel zu Gebote stehen und seine überlegene Fe
tigkeit im Experimentiren ganz allgemeine Anerkennung find
diese Versuche zu wiederholen, in welchem Falle er sich ba
überzeugt haben würde, dass die Elektricität sich nicht an d
Wandungen hinzieht, sondern den ganzen bis 8 Zoll lang

Digitized by Google

Torricelli'schen Raum durchströmt. Allerdings konnte er seine Theorie durch Annahme vorhandener Quecksilberdämpfe retten; hätte er aber die bekannte verschwindende Dichtigkeit dieser Dämpfe namentlich in niederen Temperaturen mit der Dichtigkeit des leuchtenden Cylinders verglichen, so würden ihm wahrscheinlich gewichtige Zweifel aufgestossen seyn, da bekanntlich eine einzige Thatsache eine übrigens noch so wohl begründete Theorie umzustossen vermag.

Ein elektrischer Strom ist nach FARADAY ein allgemeiner Ausdruck für einen gewissen Zustand und eine gewisse Beziehung von als wandernd vorausgesetzten elektrischen Kräften. Solcher Ströme sind allezeit zwei vorhanden, beide überall einander gleich und in der ganzen Länge ihrer Bahn von gleicher Stärke, wonach also die ohnehin von BECQUEREL[1], ANDREWS[2] und OHM[3] widerlegte Hypothese der Unipolarität von selbst wegfällt. Die einzige bis jetzt bekannte Seitenwirkung des elektrischen Stromes ist die Erzeugung des Magnetismus, doch könnten vielleicht noch andere existiren, wiewohl alles, was sich hierüber beibringen lässt, bloss hypothetisch bleibt. Alle Erregungen der Elektricität werden sich dereinst unter ein gemeinschaftliches Gesetz bringen lassen. Der einfachste Fall findet statt, wenn zwei isolirte Theilchen sich chemisch verbinden, und wenn dieses durch Aneinanderliegen mehrerer Theilchen zu einem Strome wird, so lassen sich alle elektrische Erscheinungen hierauf zurückführen. Die Fähigkeit, einen erregten elektrischen Zustand anzunehmen, scheint eine primäre Thatsache zu seyn, doch können einzelne Theilchen diesen besondern Zustand nicht unabhängig von einander annehmen, sondern sie erhalten in Bezug auf einander den positiven oder negativen, und dieses auch nicht willkürlich. Ein Zink- und ein Sauerstofftheilchen z. B., die neben einander liegen, üben Vertheilungskräfte auf einander aus, die sich bis zum Verbindungspuncte steigern. War das Sauerstofftheilchen mit Wasserstoff verbunden, so muss das durch stärkere Kraft losgerissene Wasserstofftheilchen seine Kraft auf das nächste Sauer-

1 Ann. Chim. et Phys. T. XLVI. p. 238.
2 Philos. Magaz. T. IX. p. 182.
3 Schweigg. Journ. Bd. LIX. S. 385.

Digitized by Google

stofftheilchen äussern, und indem dieses so fort geht, ents der elektrische Strom. Diese Wirkung der Theilchen kan zwei Theile zerfällt werden, in die, welche stattfindet, w rend die Kraft in einem Sauerstofftheilchen gegen das Z theilchen gesteigert wird, gegen das verbundene Wasserst theilchen aber abnimmt, und in die, welche stattfindet, w die wirkliche Trennung und Vereinigung eintritt; die erste zeugt den Strom oder bei offener Säule den Spannungszus der Pole, die andere bedingt die Fortsetzung des Stromes, dem stets neue Theilchen in Conflict kommen. Die Erz gung der Reibungselektricität hat hiermit einige Aehnlichk obgleich sich grosse Schwierigkeiten entgegenstellen, w man eine wirkliche neue Vereinigung verlangt. Von bei geriebenen Körpern muss wenigstens einer ein Isolator seyn die Theilchen entgegengesetzter Art müssen mehr oder we ger dicht zusammengebracht werden, so dass sie dem Zusta chemischer Vereinigung nahe kommen. In solchen Momen mögen sie durch ihre gegenseitige Vertheilung und theilw Entladung auf einander sehr erhöhete entgegengesetzte Z stände erhalten, und wenn sie, im Fortgange des Reibens, nen Augenblick hernach aus ihrer gegenseitigen Nachbarsch gerissen werden, können sie diesen Zustand behalten und nach ihrer vollständigen Trennung zeigen[1].

Eine Beurtheilung der Theorie eignet sich besser für Nachträge zum Art. **Galvanismus,** weil die hierzu gehörig Erscheinungen unter den gesammten elektrischen die vorzü lichsten sind und FARADAY sich mit diesen vorzugsweise b schäftigt hat.

Ueber die Elektricität im luftverdünnten Raume hat HARRIS eine Reihe von Versuchen angestellt, die von P. RIESS wieder holt und bestätigt wurden[3]. Es zeigte sich die Schlagwei einer geladenen Flasche der Verdünnung der Luft direct pro portional, betrug also bei der Verdünnung auf die Hälfte ge nau das Doppelte. Erhitzung der Luft in einem Ballon un dadurch vermehrte Elasticität zeigten keinen Einfluss. Ei

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 1. 537. Bd. XLVII. S. 33. 27 529. Bd. XLVIII. S. 269. 424. 513. Ergänzungsband S. 249.

2 Philos. Trans. 1834.

3 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 99.

Digitized by Google

dünner Draht, welcher durch 5 Quadratfuss Belegung geschmolzen wurde, blieb nach dem Exantliren unversehrt bei 25 Quadratfuss, indem die Elektricität über ihn hinfloss. Ein Draht mit einem Knopfe ging in eine Campane herab, und war aussen mit einem Elektroskope verbunden, dessen Divergenz bei einer Verdünnung bis $\frac{1}{60}$ sich nicht änderte. Ein Elektrometer unter eine Campane gestellt verlor seine Divergenz nicht bei einer Verdünnung auf $\frac{1}{70}$ und sogar $\frac{1}{300}$, woraus HARRIS folgert, dass die Elektricität nur dann entweicht, wenn ein Leiter bis zur Schlagweite genähert ist.

Interessante Versuche über Elektricitätserregung durch verdampfendes Wasser hat G. H. ARMSTRONG angestellt[1]. Die veranlassende Entdeckung war, dass ein Arbeiter seine Hand in den Dampfstrom aus einem Risse in einem Dampfkessel hielt, mit der andern aber das Ventil berührte, und dabei eine elektrische Einwirkung wahrnahm. Die Untersuchungen bei gewöhnlichen Dampfkesseln und dem isolirten einer Locomotive, wobei zugleich Glasröhren mit Hahnen eingeschraubt waren, ergaben, dass die elektrische Erregung nur bei Anwendung von schmutzigem Wasser stattfindet, dass der Dampf allezeit positiv elektrisch, der Kessel aber negativ elektrisch wird. Bei wachsender Spannung wächst die Elektricität des Dampfes minder merklich, die des Kessels dagegen ungemein, auch tritt merkliche Verstärkung ein, wenn der Dampf Wasserpartikeln mit fortreisst; die stärksten Wirkungen erhält man aber am Kessel, wenn die Elektricität des Dampfes durch eiserne Spitzen abgeleitet wird und der Dampf beim Ausströmen Widerstand findet. Aufmerksam gemacht auf die erstaunlichen Wirkungen der auf diese Weise erzeugten Elektricität liessen die Vorsteher des polytechnischen Instituts zu London einen Riesenapparat (Hydroelectric Machine) verfertigen, einen eisernen Dampfkessel von 3,5 Fuss Durchmesser und 6,5 Fuss Länge mit der Heizung im Innern und auf 6 starken Glassäulen ruhend. Der Dampf entweicht aus 46 eisernen Röhren, in deren Mündung ein Pfropfen von hartem Holze durch eine messingene Kappe

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XVII. p. 370. 452. T. XVIII. 50. T. XXII. p. 1. T. XXIII. p. 194. Poggendorff Ann. Bd. LII. 325. Bd. LX. S. 348. Vergl. Philos. Trans. 1843. P. 1. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. X. p. 88. L'Instit. XIme Ann. N. 520. p. 435.

Digitized by Google

Fig. 3. festgehalten wird, wie aus der Zeichnung des ganzen K stücks mit seinem Hahn, um den Dampf zu einer Spau von 40 bis 75 ℔ auf den Quadratzoll zu spannen, ersicl ist. Die Masse der Elektricität, die in mehrere Zoll la Funken überspringt, aber am stärksten auftritt, wenn sie einem kurzen Abstande einströmt, war so gross, dass eine sche, die mit der Riesenmaschine des Instituts 50 mal in e Minute überschlug, durch den Dampfapparat zum 140mal Ueberschlagen gebracht wurde. Zur chemischen Zersetz wandte ARMSTRONG einen Apparat an, welcher auch für sons

Fig. 4. Ströme dienen kann. Es wurden 10 Kelchgläser in eine R gestellt und in das erste ein Platindraht in einer Glasröhre leitet, welcher die negative Elektricität des Apparats zufü Dieses Glas wurde mit dem folgenden durch einen nassen Ba wollenfaden verbunden, und so die folgenden abwechselnd d Glasröhren mit eingeschobenen Platindrähten oder durch n Fäden, bis auf den Draht des letzten Glases, welcher als sitiver Pol mit einer Bleiröhre in Verbindung stand, die in nen Brunnen gesenkt war. Die Gläser enthielten verschie elektrolytische Flüssigkeiten, auf welche in der Reihenfolge ungeraden Zahlen 1; 3; 5... die negative, der geraden da gen 2; 4; 6... die positive Elektricität durch die Platindr wirkte, wonach denn auch in den ersteren Glasröhren die d pelte Menge Wasserstoffgas, in den letzteren die einfa Sauerstoffgas, in den Flüssigkeiten aber Spuren der chemisc Zersetzung zum Vorschein kamen.

Folgender, mit dem nämlichen Apparate angestellter V

Fig. 5. such ist nicht ohne Interesse. Zwei Spitzgläser standen neben einander, dass die Entfernung ihrer Ränder 0,4 ec Zoll betrug. Sie waren mit ganz reinem, aus Glasgefäss destillirtem Wasser gefüllt; in das eine ging der — elekt sche Draht N, in das andere der + elektrische M, welch zum genannten Bleirohre führte; beide Gläser waren durch g nässte Seidenfäden verbunden. Es zeigte sich dann: 1) D Seidenfaden wurde von einem Wassercylinder umgeben und b wegte sich vom negativen Glase zum positiven. 2) War d ganze Faden übergeführt, so erhielt sich der Wassercylind nach dessen Zerreissen aber sprang der Funke über. 3) Wur der Faden im negativen Glase festgehalten, so verminderte si die Wassermasse im positiven und wuchs im negativen. 4) Wur

Digitized by Google

Staub auf die Wasserflächen gestreut, so zeigten sich Strömungen aus beiden Gläsern in einander. 5) Nur mit Mühe gelang es, den Wassercylinder zwischen beiden Gläsern ohne Feder etliche Minuten anhaltend zu erhalten, ohne dass Volumensveränderung eintrat.

Magnetisirung zeigte der Strom gleichfalls, denn ein mit Kupferdraht umwundener Cylinder von weichem Eisen wurde stark magnetisch.

Es war zu erwarten, dass FARADAY diese neue Art der elektrischen Erregung nicht unbeachtet lassen würde, und er machte sie auch wirklich zum Gegenstande ausführlicher Untersuchungen. Hierzu bediente er sich eines ungefähr 10 Gallonen Wasser fassenden isolirten Dampfkessels, welcher mit 5 Gallonen gefüllt wurde. Auf diesen wurde ein Apparat geschraubt, welcher die Dampfkugel enthielt, die dazu diente, bei Fig. 6. den Versuchen Wasser oder sonstige Körper aufzunehmen, die durch den Dampf fortgerissen durch ihre Reibung Elektricität erregten und die Art der erregten bedingten. An diese Kugel wurden andere Apparate, verschiedene gefasste Röhren u. s. w. angeschraubt, unter denen der mit einem Kegel der wichtigste Fig. 7. ist, weil dieser selbst aus verschiedenen Substanzen bestehen oder damit überzogen seyn konnte, welche die Erregung der Elektricität beförderten und die Art derselben bedingten. Eine dritte, mit einer verticalen Glasröhre versehene Vorrichtung Fig. 8. diente dazu, um in die Ausströmungsröhre Flüssigkeiten verschiedener Art zu bringen. Die Elasticität des Dampfes war nie grösser, als dass in einer Manometerröhre das Quecksilber bis 13 Zoll stieg. Die einzelnen Versuche können hier nicht beschrieben werden, im Ganzen aber führten sie zu folgenden Hauptresultaten. Die Ursache der erregten Elektricität liegt weder in der Bildung des Dampfes, noch in seiner Verdichtung zur tropfbaren Flüssigkeit, noch auch in seinem blossen Ausströmen, sondern gänzlich in der Reibung der von ihm fortgeführten Wassertheilchen an der umgebenden festen Masse des Canals oder an ihm entgegengehaltenen Körpern; stärkere Spannung des Dampfes und geeignete Gestalt der geriebenen Körper müssen also die Wirkung vermehren. Das Wasser, welches durch die Reibung Elektricität erregt, muss aber rein seyn, denn etwas schwefelsaures Natron oder Kochsalz oder ein Tropfen Schwefelsäure, in die Dampfkugel gebracht, verminderte die Wirkung

oder hob sie ganz auf, was sich daraus erklären lässt, dann das stärker leitende Wasser die Trennung der Elektricitäten nicht gestattet, weswegen auch Ammoniak die Wirk nicht aufhebt. Die zahlreichsten Körper geben dadurch, der Dampf sich an ihnen reibt, negative Elektricität, aber nicht ganz gleicher Stärke, z. B. Elfenbein und Federkiel wenig. Wurde Schwefelsäure von der geringsten bis zu grörer Stärke in die Dampfkugel gebracht und Zink in den Dampstrom gehalten, so zeigte sich keine Elektricität, und chemische Wirkung scheint daher nicht vorhanden. Soll in der Regel positive Dampf negativ werden, so genügt etwas Oel oder Wachs in die Dampfkugel zu bringen, man kann hierdurch auch dahin gelangen, dass der Da weder den einen noch den andern elektrischen Zustand nimmt, woraus hervorgeht, dass nicht das Reiben des Damp an sich, sondern der von ihm fortgerissenen Theilchen, in dsem Falle also die Theilchen des Oels, Terpentinöls, Wachs Harzes u. s. w., die negative Elektricität hervorrufen. FARADAY wandte statt des Dampfes auch comprimirte Luft an fand, dass diese im vollkommen trocknen Zustande ke Elektricität hervorbrachte, wohl aber bei vorhandener Feuchtigkeit, also in Folge der fortgestossenen und geriebenen Wassertheilchen. Dieses führte dann zu Versuchen mit Pulve und es fand sich, dass Schwefelblumen sowohl Metall und H als auch einen Schwefelkegel negativ machten; gepulver Harz und Gummi gaben bald positive, bald negative Elektricität, Stärke mit Holz stets positive, Kieselerde aber mach Metall und Holz stets negativ und zeigte mit einem isolir feuchten Brete aufgefangen sich selbst positiv. SÉGUIN[1], PELTIER[2], PATTINSON und SCHAFHAEUTL haben gleichfalls Versuche hierüber bekannt gemacht[3]. Endlich leitet BELLI die Staube der Wasserfälle gefundene Elektricität von der atmosphärischen in Folge einer Vertheilung ab[4].

Dass Metalle durch den elektrischen Strom verkürzt w

---

1 Compt. rend. 1841. 2me Sem. p. 628.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. LXXV. p. 330.
3 Lond. and Edinb. Philos. Mag. T. XVII. p. 375. 449. 4 T. XVIII. p. 14. 95. 265. Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér, T. II. p.
4 Bibl. univ. de Genève. T. VI. p. 149.

Digitized by Google

den, ist früher beobachtet worden (Bd. X. S. 414), und neuere Erfahrungen von C. Doppler bestätigen dieses[1].

Die Massbestimmungen für die statische Elektricität sind durch einen schätzbaren Beitrag von P. Riess vermehrt[2]. Für die Versuche wandte er die verbesserte Lane'sche Entladungsflasche und eine Cuthbertson'sche elektrische Waage an, sorgte überhaupt für zweckmässige Einrichtung der gebrauchten Apparate, und wenn er dann die auf einer Fläche angehäufte Elektricität rücksichtlich ihrer Quantität und der dadurch bedingten Spannung mit dem Ausdruck Dichtigkeit bezeichnete, so gelangte er zu folgenden Resultaten: 1) die Abstossung einer anliegenden Kugel durch die Innenseite einer Batterie ist dem Quadrate der Dichtigkeit der aufgehäuften Elektricität proportional, was für eine Bestätigung des Coulomb'schen Gesetzes dienen kann. 2) Die Abstossung der Innenseite der Batterie gegen eine anliegende Kugel, die zugleich von einer nahestehenden, nicht elektrisirten Kugel angezogen wird, ist dem Quadrate der Dichtigkeit der angehäuften Elektricität proportional. Beachtenswerth für feine Versuche ist noch das Mittel, dessen er sich bediente, um die Stärke der Ladung der Flaschen zu bestimmen, nämlich dadurch, dass er die Menge der Elektricität mass, welche aus der isolirten äusseren Belegung ausströmte. Aehnliche Versuche hat Harris[3] bekannt gemacht.

Ueber den elektrischen Wirkungskreis oder die Erregung der Elektricität durch Vertheilung sind ausser den oben erwähnten Versuchen Faraday's noch verschiedene beachtenswerthe Untersuchungen hinzugekommen, von denen hier jedoch nur eine allgemeine Uebersicht gegeben werden kann. Die Aufgabe galt für erledigt, sofern die Physiker allgemein diejenige Darstellung der Sache als erwiesen annahmen, welche Biot[4] davon gegeben hatte. Hiernach wird die neutrale Elektricität eines isolirten Conductors, den man einem elektrisirten Conductor innerhalb seines Wirkungskreises, jedoch ausserhalb der Schlagweite, nähert, in zwei Hälften vertheilt, indem die

1 Zeitschrift für Phys. u. verw. Wissensch. 1837. Hft. VIII. S. 442. Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 128.
2 Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 321.
3 Philos. Trans. 1834.
4 Précis élementaire. Par. 1824. T. 1. p. 509.

gleichnamige des elektrisirten sich am abgewandten, die gleichnamige am zugewandten Ende ansammelt, zwischen den aber Indifferenz eintritt. Zum Beweise sollten haupt lich Holundermarkkügelchen dienen, die an Fäden von verschiedenen Stellen des einem geladenen Conductor ge ten Conductors herabhingen, hauptsächlich aber Coulom Probeblättchen, womit man den genäherten Conductor an schiedenen Stellen berührte. Hiergegen erhob sich Pf mit der Behauptung, dass die Elektricität des genäherten ductors, welche eben durch die des vertheilenden geb sey, unmöglich frei seyn, mithin auch nicht entweichen k man also am genäherten keine andere im freien Zustand halten (ableiten) könne, als die gleichnamige des verthei Die Richtigkeit dieser Behauptung in einer gewissen Be kung lässt sich leicht durch unzweideutige Versuche co ren. Legt man auf einen geeigneten Harzkuchen einen tallring und bringt man letzteren an jeder beliebigen selbst an der zugewandten Seite des genäherten Cond so lange er in der Wirkungssphäre des vertheilenden is dem genäherten Conductor in Berührung, so erhält man zeit eine gleichnamige Lichtenbergische Figur, als wo vertheilende Conductor geladen ist. Richtig ist dabei ein Probeblättchen (oder Probekügelchen), womit man d näherten Conductor an der zugewandten Seite berührt der Entfernung dieses isolirten Körperchens die entge setzte Elektricität am Elektrometer zeigt, was sich leicht erklären lässt, denn das berührende Blättchen bilde integrirenden Theil der berührten Stelle des genäherten ductors, welcher an diesem zugewandten Ende offenbar gengesetzt elektrisch ist, und es behält dann diesen Z nach der Entfernung bei.

Dieser veränderten Ansicht der Sache trat FRIEDRICH entgegen [2] und stützte sich dabei auf eine Reihe von chen, wobei er zum Theil auch das Probekügelchen wandt hatte, was jedoch der gegebenen Erklärung gem trügliche Resultate geben kann. Hierzu kamen noch w

---

1 Schweigg. Journ. Bd. LXI. S. 393.

2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVI. S. 221.

Digitized by Google

Versuche von OHM[1] und von RIESS[2], welcher Letztere einen sehr zweckmässigen Apparat zur Ermittelung der Thatsachen anwandte. Ein an einer isolirenden Handhabe befestigter Draht ab mit abgerundeten Enden hat oben und unten an Leinen- Fig. 9.
fäden herabhängende Holundermarkkügelchen. Hält man diesen vertical und stellt unter ihn die elektrisirte (vertheilende) Kugel A, so zeigen sich die in der Zeichnung dargestellten Erscheinungen. Ausserdem kann man dem Drahte isolirte neutrale oder mit einer gewissen Elektricität geladene Holundermarkkügelchen nähern und auf vielfache Weise die Erscheinungen prüfen. PFAFF fand sich hierdurch bewogen, die Versuche abermals zu wiederholen, was ihn dann zu dem Resultate führte, dass die am zugewandten Ende des genäherten Conductors, stets in enge Grenzen eingeschlossene, der des vertheilenden Conductors ungleichnamige Elektricität zwar anziehende und repulsive Thätigkeit gegen genäherte elektrische Körper ausübe, aber dennoch nicht als absolut frei abgeleitet werden könne. Diesen Zustand des gleichzeitigen Gebunden- und Ungebundenseyns der Elektricität wagt er nicht zu erklären[3].

---

1 Schweigg. Journ. Bd. LXV. S. 129. OHM stellte zwei 3,5 Z. lang, an den Enden abgerundete, messingne isolirte Cylinder auf einen Tisch und hing in gleicher Höhe mit ihnen einen gleichen Cylinder in senkrechter Richtung an einem Faden auf; die ersten beiden mögen A und B, der letztere C heissen. Er untersuchte dann die Bewegungen und Stellungen des Cylinders C, wenn er ihm den elektrisch geladenen Cylinder A und dann auch den neutralen Cylinder B näherte. Die auf diese Weise erhaltenen Resultate sind sehr interessant und beweisen evident Lec's Behauptung, dass die Elektricität, obgleich nicht überströmend, noch Wirkungen in die Ferne ausübt. Wenn aber RIESS glaubt, diese sey hierdurch völlig widerlegt, so scheint mir dieses keineswegs der Fall zu seyn, denn dieser behauptet bloss, die angezogene entgegengesetzte Elektricität sey nicht *eigentlich frei*. Wäre dieses der Fall, müsste die — Elektricität des Conductors C durch Annäherung des elektrisirten Conductors A (als frei) in diesen überströmen und beide dann gleich stark mit + Elektricität geladen seyn. Bei (nicht wohl erreichbarer) vollständiger Isolirung der Luft nimmt der Cylinder C vom elektrisirten Cylinder A gar keine Elektricität an, und umgekehrt, und beide kehren nach ihrer Entfernung von einander genau wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurück, weil während ihrer Annäherung die Elektricität keines von beiden im eigentlichen Sinne frei war.

2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 642. Dove's Repertorium. II. S. 33.

3 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 332.

Digitized by Google

Ein Apparat, welcher zwar nichts Neues lehrt, wohl das eigentliche Wesen der elektrischen Vertheilung ansc cher macht, als die Biot'schen Conductoren, kann auf fol Weise leicht hergestellt werden. Man isolire zwei cylind mige metallene Conductoren von etwa 2 bis 3 Z. Durchm und 6 bis 8 Z. Länge, jeden mit einer abgerundeten und geraden Endfläche, auf gläsernen Stativen, und stelle si zusammen, dass ihre geraden Flächen sich genau berühre beide also einen einzigen Conductor bilden. Nähert man sen einen mit Elektricität geladenen Körper, einen Cyli eine Kugel u. s. w., ohne dass ein Funke überschlägt, t man die beiden sich berührenden Conductoren, währen sich im Wirkungskreise des ihnen genäherten befinden, entfernt man alsdann den letzteren, so sind die beiden e mit entgegengesetzten Elektricitäten von gleicher Stärke laden.

An diese Untersuchungen schliessen sich die von K KNOCHENHAUER [1], die zunächst bestimmt sind, die bei der bundenen Elektricität vorkommenden Grössen durch Za werthe auszudrücken. Eine kurze Mittheilung der Res ist nicht wohl möglich. Ebenso können PÉCLET'S Ver über den Einfluss verschiedener Gase auf die Reibungsel cität hier nur als der Beachtung werth erwähnt werden [2].

Unter die wichtigsten Erweiterungen, welche die El citätslehre erhalten hat, gehören die mit allgemeinem B aufgenommenen Bestimmungen der Geschwindigkeit, wom Flaschenfunke einen Kupferdraht durchläuft. Diese sind WHEATSTONE [3] gegeben und können durch eine kurze Bes bung leicht deutlich gemacht werden. Wird ein Bild von Spiegel reflectirt, welcher um eine beliebige in seiner E liegende Axe umläuft, so beschreibt das Bild Kreisbogen, Winkel doppelt so gross sind als die der Ebene des Spi Ist also ein Gegenstand feststehend, so beschreibt das Bi einer Umdrehung um 180° einen vollen Kreis, mithin bei ganzen Umdrehung zwei Kreise, vorausgesetzt, dass die R

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 31. 211. 391.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. LXXI. p. 83.

3 Philos. Trans. 1835. P. II. p. 583. Poggendorff Ann. Bd. XX S. 464.

Digitized by Google

seite des Spiegels gleichfalls polirt ist. Wird ein elektrischer Funke durch einen solchen gedrehten Spiegel reflectirt, so beschreibt dessen Bild einen Bogen, dessen Länge der Zeitdauer seiner Existenz direct, der Zeit einer halben Umdrehung des Spiegels aber umgekehrt proportional ist und also aus diesen beiden Grössen berechnet werden kann, wie man dann auf der andern Seite auch seine Zeitdauer aus der Grösse dieses Bogens zu berechnen vermag. Durchläuft dieser Funke einen Raum in einer messbaren Zeit, so dass der Spiegel während derselben einen Theil seiner Umdrehung vollenden kann, so wird der Anfang des Funkens früher reflectirt, als dessen Ende, und das Bild erscheint als eine krumme Linie, statt dass es bei unmessbarer Zeitdauer eine gerade bildet. Kommen zwei elektrische Funken gleichzeitig zum Vorschein, so wird ihr Bild auch gleichzeitig im Spiegel gesehn; liegt aber ein geringes Zeitintervall dazwischen, in welchem der Spiegel eine geringe Drehung machen kann, ohne dass jedoch das zweite Bild nicht mehr ins Auge des Beobachters reflectirt wird, wenn man es im Spiegel unmittelbar beobachtet, so ist das zweite Bild vom ersten um einen Winkel entfernt, welcher dem doppelten der Spiegeldrehung gleich ist. Dass man zu diesem Behuf statt eines auf beiden Seiten polirten Spiegels auch drei und mehr Spiegel vereinigen, oder ein Polygon mit Spiegelflächen anwenden könne, die sich um eine gemeinschaftliche Axe drehen, liegt nahe bei der Sache; die sinnreiche Erfindung dieses Spiegelapparats gleicht aber der bekannten von POGGENDORFF, die durch den Gebrauch, welchen die Physiker nach dem Vorgange von GAUSS davon gemacht haben, so ausnehmend fruchtbar für die Wissenschaft geworden ist.

Weil der Versuch, die Zeitdauer, während welcher der elektrische Funke von einer Kugel zu einer andern übersprang, mittelst eines schnellgedrehten Spiegels zu messen, kein Resultat gab, so construirte WHEATSTONE eine Vorrichtung an der Gallerie der Adelaide-Strasse, woselbst in wiederkehrenden Zügen von 120 engl. Fuss Länge ein eine halbe engl. Meile (2478,3 par. F.) langer Kupferdraht ausgespannt wurde. Die parallelen Theile des Drahtes waren 6 Zoll von einander und durch 6 Z. lange seidene Schnüre an der Balustrade befestigt; das Schwanken derselben wurde durch quer über die Balustrade ausgespannte, um jeden der Züge einmal umge-

Digitized by Google

wickelte Schnüre verhütet. Um nicht bloss das Ueberspri
des Funkens von der positiven Kugel zu einer Kugel am
fange des Drahtes und von einer Kugel am Ende des le
ren zu einer Kugel der negativen Seite der Flasche zu b
achten, sondern auch zwischen zwei Kugeln in der Mitte
ganzen Drahtlänge, brachte WHEATSTNOE eine Funkensc
Fig. 10. an, die durch die Zeichnung versinnlicht wird, auf welche
Zahlen nach ihrer Folge den Anfang, das Ende und die
andeuten. Um die Zahl der Umdrehungen des Spiegels
durch ein Räderwerk und Scheibe mit Schnur sehr geste
waren, in einer gegebenen Zeit zu messen, brachte er
Streifen Papier an, gegen welchen der Spiegel bei jeder
drehung anschlug und dadurch einen Ton erzeugte, d
Höhe diese Zahl unmittelbar angab. Hieraus fand sich
800malige Umdrehung des Spiegels während einer Sec
Dass man die Spindel des Spiegels auch mit einem Ze
werk versehen könne, liegt sehr nahe, doch wird hierdurc
Widerstand vermehrt.

Hiernach lassen sich folgende Bestimmungen erh
Dreht sich der Spiegel 800 mal in 1 Secunde, so würd
Bild einer dauernden Lichtquelle 1600 Umkreise in diese
beschreiben. Befindet sich der leuchtende Gegenstand
bei diesen Versuchen der Fall war, in 10 Fuss Abstand
Spiegel, so beträgt die Verlängerung des Funkens um
halben Grad 1 Zoll und dieses ist eine gut wahrneh
Grösse, die eine Dauer des Funkens von 1152000stel
Secunde erfordert. Wären die beiden äussersten Funken
gleichzeitig, so könnten sie auch nicht gleichzeitig und i
selben verticalen Linie gesehen werden, vielmehr würde
wenn die Elektricität als einfach vom positiven Pole zu
gativen mit einer Geschwindigkeit von 576000 engl. Mei
1 Secunde strömte, um einen halben Grad von einand
stehen, bei der Annahme von zwei gleichzeitig den Dr
entgegengesetzter Richtung durchströmenden Elektric
würde jene Geschwindigkeit 288000 engl. Meilen bet
müssen, wenn der mittlere Funke jene Abweichung er
Die Resultate der Versuche ergaben, dass bei zunehm
Geschwindigkeit des Spiegels die Funken sich in die L
zogen, und zwar im Maximum bis etwa 24 Grad, was
Zeitdauer von $\frac{1}{24000}$ einer Secunde zugehört, die hiernac

Digitized by Google

elektrischen Funken zukommt. Hinsichtlich der Geschwindigkeit der Fortleitung lagen die drei Funken nicht völlig in einer verticalen Linie, sondern dieses war bloss bei den beiden äusseren der Fall, der mittlere dagegen trat etwas hervor, wenn sich der Spiegel gegen die Rechte drehte, blieb dagegen etwas zurück, wenn die Drehung gegen die Linke geschah, was sich am besten durch folgende Linien und versinnlichen lässt und gegen die Hypothese eines einzigen Fluidums als Argument dient, weil die Linien dann folgende Gestalt annehmen müssten. Wheatstone folgert hieraus: 1) die Geschwindigkeit des Flaschenfunkens in einem vollkommenen Leiter übertrifft die des Lichts; 2) die Störung des Gleichgewichts in diesem ist an beiden Enden gleichzeitig, bleibt aber in der Mitte um eine Grösse zurück, welche kleiner als ein Zoll ist und also einer grösseren Geschwindigkeit als von 288000 engl. Meilen in 1 Secunde zugehört.

Wheatstone geht hierbei von der Voraussetzung aus, dass die beiden Elektricitäten von den beiden Belegungen der Flasche gleichzeitig in den Leitungsdraht eintreten und sich in der Mitte begegnen, woraus dann allerdings die enorme Geschwindigkeit folgen würde. Da es aber apriorisch unwahrscheinlich ist, dass die Geschwindigkeit der Elektricität grösser seyn sollte, als die des Lichts noch obendrein im freien Raume, weil wir des mechanischen Effectes wegen Grund haben, ein wirkliches elektrisches Fluidum anzunehmen, und auf jeden Fall die elektrische Strömung, wie wir uns dieselbe auch vorstellen wollen, selbst im Kupferdrahte einen nachgewiesenen Widerstand findet, so fragt sich, ob der gefundene Beweis der Geschwindigkeit wirklich keinen gegründeten Einwendungen unterliegt; allein dieses ist keineswegs der Fall, und deswegen haben sich auch die Physiker bisher etwas vorsichtig über das gefundene Resultat geäussert. Sicher ist die Vorstellung falsch, wonach die Elektricität jeder der beiden Belegungen der Flasche unabhängig von der andern in den Leitungsdraht eintreten soll; denn wenn man einer derselben allein einen leitenden Körper nähert, oder auch wenn man beiden Belegungen einer geladenen isolirten Flasche zwei nicht mit einander leitend verbundene Ableiter nähert, so erhält man zwar Funken, aber von eigen-

Digitized by Google

thümlicher Art, auf jeden Fall keinen Flaschenschlag, welc
als nothwendige Bedingung voraussetzt, dass vermittelst e
vollkommenen Leiters beide Elektricitäten gegenseitig zu
ander übergehen und sich neutralisiren. Hieraus folgt
nothwendig, dass für eine eintretende Entladung einer Fla
durch einen willkürlich langen vollkommenen Leiter beiden
legungen diese Bedingung der Neutralisirung gegeben
muss, mithin muss der Leiter in seiner ganzen Länge s
im Voraus so disponirt seyn, dass er beiden Belegungen d
Bedingung darbietet. Worin diese Disposition eigentlich
steht, ob in einem neben einander Hinschieben der beiden
dem vollkommenen Leiter im neutralen Zustande enthal
Elektricitäten und einer Anhäufung derselben an den,
den Belegungen zugewandten, Enden desselben, oder in
gend einem anderen Zustande, darüber fehlen entscheid
Erfahrungen; um so gewisser ist aber das Vorhandenseyn
selben, wie sich unter andern namentlich aus dem Verh
des Blitzes ergiebt. Die überschüssige Elektricität einer W
kann sich allerdings durch einen Lichtschein ins Gleichgew
setzen, ein wirklicher Schlag ist aber ohne eine solche vor
gehende Disposition nicht möglich, denn sonst müssten F
vorkommen, dass der von einer Wolke ausgehende Funke
trockene Luft nicht weiter zu durchbrechen vermöchte,
entweder zurückkehrte, oder sich in der Luft zerstreute,
aber nie geschieht, vielmehr trifft er jederzeit irgend einen
genstand, und häufig nicht gerade den nächst gelegenen,
dern oft einen entfernteren, aus welchem ihm aber, wie bei
len Funken der statischen Elektricität, die ihm entgegenges
entgegenkommt, und von welchem aus die Disposition zur
gleichung bis zu ihm hin durch das zwischenliegende Me
am vollständigsten gegeben ist. Diese Disposition wäre h
nach also das, was wir mit dem Namen Vertheilung bezeich
oder etwas dieser Aehnliches. Nach dieser gewiss nicht im
aus verwerflichen Ansicht wäre also das gleichzeitige Ersc
nen des Funkens an beiden Belegungen nothwendig, ohne
dadurch eine Bestimmung der Zeit, die zur Erzeugung d
Disposition durch die ganze Länge des Leiters erfordert w
gegeben würde. Erfolgte nun auch der mittlere Funke
den beiden äussersten gleichzeitig, so wäre die Sache gan
der Ordnung, allein es darf nicht unbeachtet bleiben, dass

Digitized by Google

mittlere Funke wirklich zurückbleibt. Wollte man annehmen, dass von den Enden des Drahtes an nach erfolgter Ausgleichung die Elektricität wieder bis zur Mitte zurückkehrte, um auch hier sich auszugleichen, so wäre hierdurch allerdings die gemessene Geschwindigkeit der Strömung erwiesen; allein mir scheint diese Annahme nicht nothwendig begründet, ja ich finde sie nicht einmal wahrscheinlich, denn die in der Mitte sich begegnenden Elektricitäten könnten sich hier nicht ausgleichen, sondern müssten in entgegengesetzter Strömung bis an die Enden hinfliessen. Die bekannten Erscheinungen der Vertheilung bieten ein Mittel, dieser Schwierigkeit auszuweichen. Hiernach häuft sich an dem der positiven Seite der Flasche genäherten Drahtende die negative Elektricität an, die entgegengesetzte am andern Ende, die beiden mittleren Enden des Drahtes enthalten die diesen entgegengesetzten Elektricitäten aufgehäuft, und diese sind es dann, die im Augenblicke der Entladung der Flasche sich durch einen Funken ausgleichen. Warum diese Ausgleichung nicht schon vor dem Flaschenschlage erfolgt, lässt sich daraus herleiten, dass beide früher sich in einer Art gebundenen Zustandes befinden. Ausserdem aber dürften wohl die in der Mitte sich nahe stehenden Enden des Leitungsdrahtes eine Art Polarisation erleiden, wie die Elektroden der Säule (s. **Polarisation**) und deren Ausgleichung das Rückbleiben des Funkens erklären.

Dass der elektrische Strom in sehr kurzer Zeit beträchtliche Drahtlängen durchlaufe, ersieht man oft aus dem Verhalten der magnetoelektrischen Maschinen und der Inductionsrollen, wovon man bei der Anwendung der Elektricität als Heilmittel Gebrauch macht, und aus der Anwendung des Neef'schen Blitzrades, welches sich vielleicht zu einer Messung dieser Art gebrauchen liesse. Da dasselbe 36 Wechsel der Isolirungen und Leitungen hat und sich füglich zweimal in einer Secunde umdrehen lässt, so würde man durch Anwendung eines 1000 Fuss langen Drahtes mit Leichtigkeit eine Geschwindigkeit von 72000 Fuss in einer Secunde erhalten können, die sich allenfalls bis zum 10fachen steigern liesse und vielleicht die Grenze der möglichen Geschwindigkeit erreichte. Hierbei könnte ein Zweifel obwalten, ob jede leitende Stelle eine Stromleitung abgäbe, allein gewichtig ist diese Bedenklichkeit nicht, sobald alle leitende Stellen bei einem gut gearbeiteten Apparate einander voll-

Digitized by Google

kommen gleich sind. Eine wirkliche Messung ähnlicher Ar bereits durch Jacobi[1] angestellt worden. Hierzu bediente er eines mässig genau abgedrehten Rades, in dessen Periph ein isolirter Metallstreif von 0,5 Lin. Breite eingelassen den ein metallischer Hebel berührte. Auf der Axe des Ra war eine Kupferscheibe befestigt, die durch einen Kupferd mit dem eingelassenen Metallstreifen verbunden war und d amalgamirter Rand in ein Gefäss mit Quecksilber tauc Wurde dann der Hebelarm mit dem einen Pole einer einfac Volta'schen Säule, das Quecksilber des Gefässes mit dem dern verbunden, so blieb die Leitung nur so lange geschlos als der Hebelarm mit dem Metallstreifen in Verbindung st Das Rad wurde durch ein Getriebe 10mal in 1 Secunde gedreht, seine Peripherie betrug bei einem Durchmesser 1 Fuss 3,14 Fuss oder 452 Lin., und da der Metallstreif 0,5 Lin. breit war, so betrug die Zeit der Berührung nur $\frac{1}{9000}$ Secunde. In den Kreis des galvanischen Stromes ein Kupferdraht von 70 Fuss Länge eingeschaltet, und Strom musste daher eine Geschwindigkeit von 630000 Fuss 1 Secunde haben. Die einzige Manifestation des vorhand Stromes war der jederzeit sichtbare Funke, welcher aber a blieb, wenn statt des 70 Fuss langen und 1,5 Lin. di Drahtes ein 1000 Fuss langer von 0,75 Linie Dicke ei schaltet wurde, zugleich aber nahm er bei der Einschalt des 70 Fuss langen Drahtes an Helligkeit zu, wenn Drehung langsamer wurde.

Ueber die im Werke (Bd. X. S. 414) erwähnte Verkürz der Metalldräthe in Folge eines hindurch geleiteten Flasch schlages sind einige Versuche von Edmund Becquerel[2] hin gekommen. Dünne Platindrähte von 0,072 und 0,093 Durchmesser wurden im luftvollen und luftverdünnten Ra im Mittel um 0,0112 ihrer Länge verkürzt; sie schienen d an einigen Stellen eine Vermehrung ihrer Dicke und eine w lenartige Krümmung angenommen zu haben.

Elektricitäts-Magazin. III. 407.
Elektricitätssammler. S. **Collector.** II. 166. III. 305.
Elektricitätsverdoppler. S. **Duplicator.** II. 667. u. s

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 281.
2 Ebendas. Bd. XLVIII. S. 546.

Digitized by Google

Elektricitätsträger, beständiger. S. **Elektrophor.** III. 728. 738. 742.
Elektricitätszeiger. III. 406. Luftelektrometer. 407. Le Roy's Fulgurometer. 409. HEMMER's Blitzfänger oder Wolkenelektricitätsmesser. 410.
Elektrikon. Grundlage der Elektricität. III. 386.
Elektrisirmaschine. III. 237. Cylinder- und Scheiben-Maschinen. 413. zuerst gebraucht durch OTTO v. GUERICKE. 415. durch WINKLER mit Reibzeugen versehen. 415. Glascylinder-Maschinen. 417. deren Verfertigung. 418—423. Einrichtung des Reibzeugs. 423. Amalgamirung. 425. erster Leiter. 427. RAMSDEN's Glasscheibenmaschine. 430. die im Teyler'schen Museum. 433. verbesserte VAN MARUM's. 437. die von PFAFF construirte. 443. Glasglockenmaschine. 447. gefirnisste Pappscheibenmaschine. 451. Gummilack- und Holzscheiben-Maschinen. 452. aus wollenem Zeuge. 453. aus Seidenzeuge. 454. Vergleichung ihrer Wirkungen. 457.
Elektrisirmaschine FARADAY's aus einer Kupferscheibe. VI. 1182.

Zus. **Elektrode** (von ἤλεκτρον und ὁδός) ist eine Bezeichnung, welche FARADAY statt der bis dahin üblichen der elektrischen Poldrähte oder Polardrähte vorgeschlagen hat, indem er hierunter diejenige Substanz oder vielmehr Fläche versteht, bestehe sie aus Luft, Wasser, Metall oder einem sonstigen Körper, welche in der Richtung des elektrischen Stromes an den zersetzt werdenden Körper grenzt. Um eine Bezeichnung zu finden, welche die beiden Verschiedenheiten in den Aeusserungen des elektrischen Stromes frei von aller Theorie ausdrücken soll und auf die sich die normale elektrische beziehen lasse, wählt er die Erde selbst. Wenn der tellurische Magnetismus von die Erde umkreisenden elektrischen Strömen abhängt, so müssen diese nach unserer gegenwärtigen Bezeichnungsart von Ost nach West oder mit der Sonne gehen. Nehmen wir an, bei einer elektrochemischen Zersetzung habe der zu zersetzende Körper eine solche Lage, dass der elektrische Strom eine dem in der Erde befindlichen parallele Lage habe, so werden die Oberflächen, durch welche die Elektricität zur Substanz ein- und austritt, eine unveränderliche Beziehung haben. Hiernach soll die östliche Fläche **Anode** (ἀνά, auf und ὁδός, der Weg vom Sonnenaufgang) und die westliche **Kathode** (κατά, niederwärts und ὁδός, der Weg zum Sonnenuntergang) heissen. Die Anode ist also der Weg, durch welchen der elektrische Strom eintritt, das negative Ende des zersetzt werdenden Körpers, das, wo Sauerstoff, Chlor, Säuren u. s. w. ent-

wickelt werden, und steht der positiven Elektrode gegenüb
die Kathode dagegen ist die Fläche, durch welche der Str
den zersetzt werdenden Körper verlässt, ist dessen positi
Ende, an welchem Wasserstoff, Metalle, Basen u. s. w. entwick
werden, und steht mit der negativen Elektrode in Berühru
Werden Körper, wie Wasser, unmittelbar zersetzt, so heissen
Elektrolyte, wozu indess die in secundäre Bestandth
zersetzten, als Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w., nicht g
hören. Statt elektrochemisch zersetzt soll elektrolysirt g
braucht werden, wozu dann der Ausdruck elektrolytis
kommt. Die Ausdrücke elektropositiv und elektroneg
tiv werden gleichfalls verworfen, und statt dessen soll der Körp
welcher zu der Anode des zersetzt werdenden Körpers ge
Anione, und derjenige, welcher zur Kathode geht, **Katio**n
beide zusammen sollen **Ionen** genannt werden. So ist Chl
blei ein Elektrolyt, und elektrolysirt entwickelt es zwei Ion
das eine, Chlor, ein Anion, das zweite, Blei, ein Kation.
von einem vom positiven Theile zum negativen gehenden Stro
die Rede, so geschieht dieses nur, um sich dem hergebra
ten Sprachgebrauche anzuschliessen [1].

Man sieht deutlich hierbei das Bestreben, die bei elektr
chemischen Zersetzungen wirkende Ursache in die zersetz
Körper zu legen, denn sonst würde die elektrische Strömun
die bei der einfachen und zusammengesetzten Volta'schen Sä
obendrein entgegengesetzt die Vorstellung der gesammten Summ
elektromagnetischer Erscheinungen so ausnehmend erleicht
nicht so zur Seite geschoben seyn. Aus Rücksicht auf d
berühmten Britten haben viele Physiker die neuen Bezeichnu
gen aufgenommen, jedoch hat man später nur den Ausdru
Elektrode sehr allgemein beibehalten, obgleich der früher v
Ampère eingeführte, Rheophor, besser begründet und glei
bezeichnend ist, denn Faraday wird doch schwerlich behaupt
können, dass die Theorie des tellurischen Magnetismus sch
so gänzlich aus dem Gebiete des Hypothetischen gerückt s
dass man sie als unwandelbare Basis alltäglicher Phänome
gebrauchen könnte. Die Nachwelt wird es Oersted zum bl

---

1 S. Siebente Reihe in Poggendorff Ann. Bd. XXXIII. S. 301 u
S. 497, wo sich zugleich eine Tabelle der Anionen und Kationen befind

Digitized by Google

benden Ruhm anrechnen, dass er bei seiner grossen Entdeckung es zu geringfügig achtete, die bestehende Nomenclatur zu ändern.

Elektrodymiameter (so viel als **Galvanometer**). IV. 884.

Elektrographie. S. **Daguerrebilder.**

Elektrolyt. S. **Elektrode.**

Elektromagnet. Erzeugung künstlicher Elektromagnete. VI. 701 ff. 2591.

Elektromagnetismus, Elektrodynamismus. III. 473. VI. 693. Geschichte seiner Entdeckung, welche, früherer Andeutungen ungeachtet, OERSTED gebührt. III. 474—476. Apparate zu dessen Erzeugung. 479. VI. 661. Vergl. **Apparat.** der erzeugte Magnetismus ist der Menge der strömenden Elektricität, nicht ihrer Spannung proportional. III. 483. geeignete Elektromotoren. 484. feuchte Leiter. 492. VI. 709. Leiter der Elektricität. III. 495. elektromagnetische Erscheinungen im Allgemeinen. 503. IV. 697. 787. Wirkung des elektrischen Leiters auf die Magnetnadel. III. 504. VI. 695. auf unmagnetischen Stahl und auf Eisen. III. 535. VI. 696. durch Reibungselektricität. III. 545. VI. 697. Wirkungen der Magnete auf die Leiter der Elektricität. III. 550. VI. 699. des tellurischen Magnetismus auf die Leiter der Elektricität. III. 572. wechselseitiger der elektrischen Leiter auf einander. 582. VI. 700. Wirkung eines galvanischen Leiters auf parallele indifferente Drähte. III. 592. Theorie des Elektromagnetismus. 594. Intensität der Elektricität und des Magnetismus. 596. OERSTED's Theorie. 603. FARADAY's. 608. AMPÈRE's. 609. Theorieen auf Transversalmagnetismus gegründet. 621. SCHMIDT's Theorie vom bipolaren Transversalmagnetismus. 624. des tetrapolaren. 629. PRECHTL's Theorie. 633. SEEBECK's. 635. POHL's Theorie der Circularpolarität. 637. ERMAN's Theorie des diagonaloiden Transversalmagnetismus. 640. Prüfung der verschiedenen Theorieen. 641.

Zus. Der Elektromagnetismus bildete stets den Gegenstand weiterer Forschungen, doch konnte nicht wohl etwas auffallend Neues hinzukommen. So stellte PELTIER eine Reihe neuer Versuche an[1], die jedoch keine bedeutende Erweiterung des schon Bekannten liefern. Beachtenswerth, insbesondere für die Anwendung des Elektromagnetismus als bewegende Kraft, sind die Versuche von MAGNUS[2]. Man überzeugt sich bei allen Experimenten leicht, dass der Anker des Elektromagnets nach dem Aufhören des erzeugenden elektrischen Stromes noch einige Zeit mit geringer Tragkraft hängen bleibt (bei einem von mir

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LX. p. 261.
2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 433.

Digitized by Google

versuchten starken Hufeisen dauerte dieses 6 Monate), a wollte jemand gefunden haben, dass beim Umkehren des S mes eine Verstärkung der Tragkraft eintrete[1], allein als M NUS einen 1400 Fuss langen Rheophor anwandte, fiel der schwere Anker, obwohl er 140 ℔ zu tragen vermochte, bei schnellsten Umkehrung des Stromes dennoch ab, bei der wendung eines nur 12 Umwindungen bildenden dickeren D tes fiel zwar der Anker nicht ab, wohl aber wenn er mit belastet war, da er sonst 80 ℔ trug, und wenn er mit 2 belastet war, riss er nach Unterbrechung des Stroms ohne kehrung nicht ab. Bei der Anwendung des langen Dra betrug die Zeit zwischen der Umkehrung des Stromes und Abfallen des Ankers 4 Sec., weswegen auch der Anker abfällt, wenn man den Strom unterbricht und schnell wi herstellt. Die Tragkraft eines Elektromagnets ist im Mom des Anlegens des Ankers schwächer, wächst aber nach ein Secunden, und zwar in stärkerem Masse, je länger der R phor ist. Eine Beobachtung, die früher schon J. HENRY TEN EYCK gemacht hatten[2], unterwarf MAGNUS einer näh Untersuchung, nämlich die, dass die geringe Tragkraft der zelnen Pole eines Elektromagnets durch den verbindenden A bedeutend verstärkt wird. Es wurden daher zwei ganz gle Elektromagnete von Hufeisenform so neben einander gest dass ihre Pole ein Quadrat bildeten und ihre Drähte mit Polen der nämlichen Säule verbunden waren; dann trugen durch den Anker vereinten Pole des nämlichen Magnets 5 die zweier Magnete kaum den Anker, doch wurde deren T kraft bedeutend vermehrt, wenn ihre beiden andern Pole gl falls durch einen Anker verbunden waren.

Auch ALEXANDER bestätigt das Festhalten des Ankers Elektromagnete nach Unterbrechung des Stroms, jedoch diese Eigenschaft verloren, wenn die Eisenstäbe vorher aus glüht in Asche langsam erkalten, vor ihrer Anwendung erwärmt werden, und diese Wärme durch die Hitze des wundenen Drahtes während des Versuches fortdauert[3].

Sofern Drahtbündel in den Inductionsrollen ungleich stär

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. III. p. 18.
2 Silliman Amer. Journ. T. XIX. p. 402.
3 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 455.

Digitized by Google

physiologische Wirkungen zeigen, als massive Eisencylinder (s. **Induction**), so schien es mir geeignet, die Stärke des in beiden erzeugten Magnetismus zu vergleichen. Zu diesem Ende liess ich ein Drahtbündel hufeisenförmig biegen, umwickelte es mit übersponnenem Kupferdraht von gleicher Länge und Dicke, als womit ein gleich dickes und langes Hufeisen von weichem Eisen umsponnen war, fand aber, obwohl ohne genaue Messungen, dessen Wirkungen bezüglich der Tragkraft des Ankers bei der Anwendung einer ganz gleichen Volta'schen Zink-Kupfer-Kette ungleich schwächer.

Bei der Ausführlichkeit seiner Untersuchungen über die Erscheinungen der Elektricität musste FARADAY nothwendig auch die elektromagnetischen in ihren Kreis ziehen, und ihnen ist daher die 14te Reihe gewidmet; inzwischen wüsste ich nicht anzugeben, in wiefern die Aufgabe dadurch weiter gefördert wäre. Der grossen Autorität wegen möge aber bemerkt werden, dass seine Versuche hauptsächlich bezweckten, den Einfluss zu ermitteln, welchen die zwischen dem Rheophor und der Magnetnadel befindlichen Körper auf die Erzeugung des Magnetismus ausüben. Ausser dem Eisen und in geringem Grade dem Kupfer verhielten sich alle Körper indifferent, allein dennoch hält er einen solchen Einfluss für möglich, und schlägt dann vor, diesen Zustand der Körper den *elektrotonischen* zu nennen. „Wäre aber die Seitenkraft des elektrischen Stromes, die keine andere als die magnetische ist, von den zwischenliegenden Körpern ganz unabhängig, dann fände zwischen den elektrischen und magnetischen Kräften ein wesentlicher Unterschied statt. Bei der statischen Vertheilung, bei der Leitung und Elektrolysirung sind die an den entgegengesetzten Enden der Theilchen befindlichen Kräfte, welche mit den Vertheilungslinien zusammenfallen und gewöhnlich *elektrische* genannt werden, polar und wirken in Fällen von anliegenden Theilchen nur in unmerkbare Entfernungen, die auf der Richtungslinie dieser Kräfte transversalen aber, die *magnetische* genannt werden, sind circumferential und wirken in die Ferne, wenn auch durch Vermittelung zwischenliegender Theilchen, doch zur gewöhnlichen Materie mit Relationen, die den mit ihnen verbundenen elektrischen Kräften ganz unähnlich sind.“ Die übrigen Betrachtungen, die hier angeknüpft werden, sind zu unbestimmt, und führen zu keinen festen Resultaten, was auch bei dem

Digitized by Google

schwankenden Zustande seiner elektrischen Theorie (vergl. satz zu **Galvanismus**) nicht anders seyn kann [1].

Können wir aus Gründen, die unten (Zus. zu **Galva mus**) entwickelt werden sollen, einmal nicht umhin, ein e trisches Fluidum anzunehmen, so müssen wir uns auch zu nem ähnlichen magnetischen verstehen; denn die Gleichheit der ist nach DAVY's schlagendem Argumente unmöglich, das eine isolirbar, das andere nicht isolirbar ist, ungea beide gleichzeitig neben einander bestehen. Eine Modific nachzuweisen, wodurch das eine in das andere umgewa werden sollte, ist noch nicht versucht und scheint mir un lich; AMPÈRE's Theorie aber kann nicht als Gegenargu gelten, da sie die nach dem eben angegebenen Argumente zulässige Identität voraussetzt. Da wir übrigens neben wägbaren Materie nothwendig einen unwägbaren Lichtäther nehmen müssen, so ist nicht abzusehen, warum wir nicht dere, zwischen beiden liegende, entweder absolut unwä oder nur gegen die Erde und vielleicht auch gegen an Himmelskörper gravitirende, auch dem allgemeinen Gesetze Attraction in gewissen Beziehungen unterliegende ätheri Fluida annehmen sollten. Wenn aber das elektrische Flui den Rheophor des erwiesenen Widerstandes wegen wellena also in schnell wiederholten Pulsationen, durchströmt, wenn ner das magnetische Fluidum im neutralen Zustande üb vorhanden ist, beide aber einander in der Art erregen, dass den neutralen Zustand in den getrennten beider Bestandt verwandeln, so lassen sich die elektromagnetischen Erschei gen in Gemässheit dieser wohlbegründeten Thatsachen grosse Schwierigkeiten genügend erklären. Stahl (Nickel balt) und Eisen (denen sich in sehr geringem Grade das pfer anreihen lässt) als Isolatoren oder Halbisolatoren unte gen eigenen Gesetzen. Strömt aber die Elektricität durch nen Rheophor und ist nicht bloss dieser, sondern auch d Umgebung mit Magnetismus im neutralen Zustande gesät so muss jede Undulation des elektrischen Fluidums in eine die Axe des Rheophors normalen Scheibe, deren Halbm der Quantität und Intensität des elektrischen Stromes in e gewissen Verhältnisse proportional, deren Dicke aber der L

---

1 Poggendorff Ann. Ergänzungsbd. S. 249.

Digitized by Google

der elektrischen Welle gleich ist, beide Magnetismen in der Art trennen, dass der nordpolare nach der einen, der südpolare nach der andern Seite hin liegt. Da aber endlich die Wellen in unmessbar kleinen Zeiten auf einander folgen, so muss für unsere Messungen die Wirkung eine fortdauernde seyn. Die Erscheinungen sind nach dieser Theorie genau so, wie die Beobachtungen sie geben, und das einzig Hypothetische dabei ist die Annahme von zwei magnetischen Fluidis, ähnlich den elektrischen, die sich vereint neutralisiren, getrennt aber die bekannten Wirkungen erzeugen; eine Hypothese, der wir in Gemässheit zahlloser Thatsachen nicht entgehen können, mindestens muss sie wohl vor der Hand als Vehikel unserer Vorstellung von den dargebotenen Phänomenen dienen.

Eine Erweiterung unserer Kenntniss der Thatsachen, was immer vom wesentlichsten Nutzen ist, verdanken wir den Versuchen, wodurch P. Riess das Verhältniss zwischen der Anhäufung der Reibungselektricität in Flaschen und der durch ihren Strom bewirkten Ablenkung der Magnetnadel aufzufinden suchte, und die sich daher an die früheren von Colladon anschliessen. Die Verzögerung des Stromes wurde bewerkstelligt durch Einschaltung eines unvollkommenen Leiters in den Kreis, und hierzu dienten ein Cylinder aus feuchtem Lindenholz, 2 Z. lang, 1 Z. dick, eine 13 Z. lange nasse baumwollene Schnur, eine 9 Z. lange, 2,2 Lin. weite Glasröhre mit concentrirter Salmiaklösung, dieselbe Glasröhre mit destillirtem Wasser und eine andere 9 Z. lange und 1 Lin. weite Glasröhre, gleichfalls mit destillirtem Wasser gefüllt. Solche Röhren mit Wasser sind am geeignetsten, denn das Holz leitet zu schlecht, die Salmiaklösung zu stark und bei der Schnur ändert sich der Feuchtigkeitszustand. Nach diesen Versuchen sind bei langsamen Entladungen einer Batterie die Ablenkungen der Magnetnadel abhängig von der belegten Oberfläche, und zwar nehmen sie mit der Zunahme derselben ab, wachsen dagegen mit zunehmender Elektricitätsmenge, aber in einem grösseren, als dem einfachen Verhältnisse.

Zu den interessanten elektromagnetischen Apparaten gehört vorzüglich ein von Poggendorff[1] angegebener, um den Unterschied eines Stahlmagnets und eines den galvanischen Strom leitenden schraubenförmig gewundenen Drahtes zu versinnlichen.

1 Dessen Ann. Bd. LII. S. 386.

Man nehme einen hohlen Stahlmagnet, etwa 3 Z. lan inwendig 2,5 Lin. weit, füttere diesen inwendig mit einer röhre aus, stelle ihn vertical, z. B. mit dem Nordpol oben, und schiebe eine etwa 9 Lin. bis 2 Zoll lange Na hinein, so wird diese nicht herabfallen, sondern schweben ben und niedergedrückt wieder emporsteigen. Wende dagegen einen schraubenförmig gewundenen Rheophor an einen dem beschriebenen Magnete gleichen, mit umspon Kupferdraht umwickelten Eisenstab, so fällt die Nadel die Mitte herab und bleibt daselbst schwebend.

Einen elektromagnetischen Apparat, welcher durch den rischen Magnetismus in steter Bewegung erhalten wird, v. KRAMER angegeben; er ist aber sehr fein und zusam setzt in seiner Construction, so dass er schwerlich Nachah finden wird. Interessanter und leicht herzustellen ist der Rotationsapparat, welchen KNOCHENHAUER in Vorschlag ge hat, dessen Bau aus der in grossen Dimensionen ausgef Zeichnung leicht erkannt wird. Auf einem hölzernen ABCD ist eine kreisförmige Rinne eingeschnitten, die und H zwei dünne Scheidewände hat. In die beiden halb förmigen, mit Quecksiber gefüllten Rinnen tauchen die der Polardrähte einer Volta'schen Säule K und Z; au Stahlstifte OL ruht das Flugrad EJLMF, welches aus de den gewundenen Spiralen E und T besteht, jede von 20 Wind von 1,5 Zoll Durchmesser aus übersponnenem, durch die gen zwischengezogenen Fäden völlig isolirtem und ha gemachtem Kupferdraht. Beide Spiralen sind durch den K draht JLM mit einander verbunden und werden durc Holzstäbchen PR in ihrer gehörigen Lage gehalten. dieses Stäbchen geht eine oben zugeschmolzene, zwische Drahte JLM befestigte Glasröhre, welche auf der Stah leicht beweglich ruht. Die anderen Enden der Spiral zuerst etwas herab und dann bei G und H horizontal gen und tragen jede einen umgebogenen, inwendig amal ten Kupferblechstreifen an ihren amalgamirten Enden, s diese in das Quecksilber der Rinne herabhängen, beim U hen des Rahmens aber leicht über die hölzerne Scheid hingleiten. Von oben herab hängt ein starker Magnet N dass seine Ebene mit der der Scheidewände zusammenfällt Anwendung eines Calorimotors von 5 Windungen und

Fig. 11.

Digitized by Google

ke und eines Magnets, welcher 30 ℔ trug, erfolgten die ehungen, die dadurch entstehen, dass der Magnetismus der ahtwindungen sich jedesmal umkehrt, wenn die Kupferstreifen er die Scheidewände hingleiten, anfangs langsam, nahmen er dann bis zu einer Geschwindigkeit von 300 bis 400 in 1 nute zu. Der Apparat liesse sich vereinfachen, wenn man tt der Drahtwindungen einen Cylinder von weichem Eisen nd umwundenen Kupferdraht zum Elektromagnete machte d zwischen den Schenkeln des Magnets rotiren liesse. Bei em Hingleiten über die Scheidewände wird der galvanische om unterbrochen, man bedient sich daher solcher Maschinen der zuletzt genannten Art für die Anwendung der Inductionsrollen zur medicinischen Elektricität.

Lenz hatte die Gesetze untersucht, wonach ein gewundener ht durch einen Stahlmagnet inducirt wird (**Magnetoelektricität**), und es lag daher die Frage vor, ob diese nämli-i auch umgekehrt bei der Magnetisirung des Eisens durch Multiplicator in Anwendung kommen. Diese genügend zu antworten, erforderte sowohl zweckmässige Apparate als auch ete Experimentatoren, und es war daher ein Gewinn für die senschaft, dass der nämliche berühmte Physiker in Verbindung mit Jacobi die Lösung dieses Problems zum Gegenstande bricher Versuche machte[1]. Um die Stärke der elektrischen me zu messen, bedienten sie sich der Becquerel'schen Waage **Multiplicator**), die sie nach Anbringung einer wesentn Verbesserung für diesen Zweck sehr geeignet fanden; aber die Intensität des im Eisenkern erzeugten Magnetismus zu bestimmen, umgaben sie denselben mit einer zweiten le, welche beim Verschwinden des galvanischen Stromes h ihn inducirt wird, und wobei sich voraussetzen lässt, dass r inducirte Strom der Stärke des im Eisenkern erzeugten etismus proportional sey, weswegen es genügte, die Stärke mittelst der Abweichungen einer Multiplicatornadel zu n. Mittelst dieser Vorrichtungen gelangten sie durch ge- Berechnung der einzelnen gemessenen Grössen zu folgen- Hauptresultaten. Zuerst fanden sie, was früher schon zer aus seinen Versuchen als wahrscheinlich gefolgert

---

[1] Bullet. scient. de l'Acad. de Petersb. T. IV. Poggendorff Ann. XLVII. S. 225. 401.

hatte [1], dass der im weichen Eisen durch den galvanischen S hervorgerufene Magnetismus der Stärke dieses Stromes pr tional ist; dass zweitens dieser Magnetismus von der und Form der Rheophore ganz unabhängig ist, vorausg dass gleiche Quantitäten Elektricität in gleichen Zeiten Querschnitt desselben durchströmen; drittens dass bei gl Strömen die Weite der Windungen von keinem Einflu abgerechnet dasjenige, was durch die Seitenwirkung v geht, ein Verlust, der vermindert oder ganz beseitigt w kann, wenn der Eisenkern an beiden Seiten um eine Weite der Windungen proportionalen Theil über diese h ragt; viertens dass die Totalwirkung aller einen Eis einschliessenden Windungen der Summe der Wirkungen einzelnen gleich kommt. Mittelst dieser Resultate wird es lich, die vortheilhaftesten Bedingungen zur Construction Elektromagnets und zur entsprechenden Anordnung des derlichen galvanischen Apparats zu finden, wenn einers bestimmter Eisenkern und andererseits eine bestimmte oberfläche mit zugehöriger Kupferfläche gegeben ist. A liche und genaue Berechnungen geben die für diese B mungen dienenden Formeln, aus denen folgende Hau hervorgehen: erstlich dass eine gewisse Zinkoberfläc Maximum der magnetischen Wirkung giebt, was nicht schritten werden kann, zweitens dass die Maxima der e ten Magnetismen sich wie die Quadratwurzeln aus den oberflächen verhalten, und drittens dass man durch ver Umwickelung den erzeugten Magnetismus nur bis zu ein wissen Grösse verstärken kann. Es lässt sich daher das mum der Wirkung auf verschiedene Weise erhalten, wob der Zinkverbrauch in einer gegebenen Zeit stets derselbe

An diese Untersuchung schloss sich eine andere üb Einfluss der Eisenstäbe auf den durch einen gleich s Strom in ihnen erzeugten Magnetismus. Um diese Fr beantworten, magnetisirten die genannten Gelehrten [2] neun von 8 Z. Länge und ungleichen Durchmessern durch S von gleichen Intensitäten, und erhielten folgende Re

---

1 Schweigger Journ. Bd. XXXIX. S. 274. 316.

2 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 358.

Digitized by Google

wenn D den Durchmesser der Stäbe in Zollen und M die beobachtete Stärke des erzeugten Magnetismus bezeichnen:

D	M	D	M	D	M
3 Z.	447	1,5 Z.	246	$\frac{2}{3}$	142
2,5	378	1	175	0,5	112
2,0	308	$\frac{5}{6}$	158	$\frac{1}{3}$	87

Hieraus ergiebt sich das Gesetz, dass die Stärke des erzeugten Magnetismus unter den gegebenen Bedingungen dem Durchmesser der Eisenstäbe proportional ist. Andere Versuche mit Stäben von gleicher Dicke und ungleichen Längen zwischen 3 und 0,5 Fuss ergaben, dass die Wirkung einer Windung bei allen Längen und auch dann gleich ist, wenn die Windungen sich an den Enden oder über die ganze Länge verbreitet befinden. Jacobi setzt auch hinzu, es gehe aus der Gesammtheit ihrer Versuche hervor, dass die Anziehung der Elektromagnete dem Quadrate der Stromstärke proportional sey, welche die Eisenstäbe magnetisire.

Gegen den hier aufgestellten Satz, dass die Anziehungskraft elektromagnetischer Eisenstäbe dem Durchmesser derselben, also ihrer Oberfläche, proportional sey, woraus in Beziehung auf die Wirksamkeit elektromagnetischer Maschinen noch weiter hervorgeht und von Jacobi [1] schon früher gefolgert worden ist, dass kleine oder vielmehr hohle Magnete vortheilhafter sind, als massive, hat Pfaff Zweifel [2] erhoben. Um hierüber nähere Auskunft zu erhalten, verfertigte er sich fünf Paare gleich lange hohle Eisenstäbe von ganz gleichen Durchmessern, aber ungleicher Dicke des Eisens. Der Durchmesser betrug bei allen 1 Z. 0,3 Lin., die Länge 7,5 Z. engl., die Dicke des Eisens war aber von 1 bis 4,5 Lin. verschieden; alle waren mit gleichen und gleich langen Kupferdrähten umwunden und die Stromstärke bei allen dieselbe, auch wurden stets zwei gleiche mit einander verbunden, lothrecht befestigt, oben mit der nämlichen Eisenplatte bedeckt, unten aber mit einem Anker versehen, dessen Gewicht nebst dem der Waagschale und den aufgelegten Gewichten die Tragkraft im Augenblicke des Abreissens anzeigten. Die Resulate gaben zwar kein bestimmtes Gesetz des Einflusses der Eisendicke, wohl aber stellte sich dieser Einfluss

1 Taylor's Scientific Memoirs. T. II.
2 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 309.

im Allgemeinen sichtbar heraus, indem die Stäbe von grö Eisendicke zwischen 44 und 55, die von geringster aber schen 5 und 7 ℔ Tragkraft zeigten. Gelegentlich ergab auch ein bedeutender Unterschied der eigenthümlichen Be fenheit des Eisens, indem die beiden Stäbe von 1½ Lin. E dicke eine stärkere Tragkraft äusserten, als die von 2 L

Eine demnächst zu erörternde Frage betrifft das Verhä der Stromstärke zu der Anziehung zwischen zwei Elektro neten oder einem Elektromagneten und weichem Eisen. here unvollkommene Versuche von FECHNER, DAL NEGRO LENZ führten zu dem Gesetze der einfachen Proportiona und es war daher nöthig, hierüber abermalige genaue anz len, welche die beiden genannten Gelehrten ihren eben er ten hinzufügten. Zum Messen der Stromstärke hierbei die Nervander'sche Tangentenbussole, und es ergab sich 4 Versuchsreihen, dass bei nicht unmittelbarer Berührung dern bei einem Abstande von etwa einer Linie die Anzieh zweier geradlinigen Elektromagnete oder eines Elektroma tes und seines Ankers sich wie die Quadrate der magneti den Ströme verhalten. Es ergab sich ausserdem aus der sammenstellung der Resultate, dass für gleiche Ströme di ziehung zwischen zwei Elektromagneten etwa viermal st ist, als zwischen einem Elektromagnete und dem Anker. war indess erforderlich, dieses Gesetz auch in Beziehun hufeisenförmig gebogene Elektromagnete zu prüfen, u mehr, als sich hierauf die erwähnten früheren Versuche b hen. Wie gross aber auch die Mühe und Vorsicht war, che auf diese neuen verwandt wurden, so zeigten sie doch dass bei starker Magnetisirung die Tragkraft zweier huf förmigen Elektromagnete oder eines Elektromagnetes und nes Ankers ein viel zu complicirtes Phänomen ist, als das für Eisenstäbe aufgefundene Gesetz des quadratischen Ve nisses darauf angewandt werden könnte, schon deswegen nicht beide Schenkel absolut gleichzeitig abgerissen werden. zeigte sich daher bei der Anwendung von 150 bis 300 ℔ wicht und zwei Hufeisen, welche beide oder deren eins netisirt war, das Verhältniss der Tragkräfte geringer, als einfache der Ströme; ein einfacher flacher Anker gab unter so abweichende Resultate, dass sie zu gar keinem Ge führten; bei einem abgerundeten Anker und einer Belastung

Digitized by Google

6 bis 43 ℔ kommt das Verhältniss dem quadratischen ziemlich nahe, weicht aber bei stärkerer Belastung schon merklich ab, und es ergiebt sich daher aus diesen Versuchen, die an Genauigkeit der Messungen nichts zu wünschen übrig lassen, dass hufeisenförmig gebogene Elektromagnete sich zur Ermittelung der Anziehungsgesetze überhaupt nicht eignen.

Sehr tragfähige Elektromagnete erhält man, wenn man einen Cylinder, bei grösseren Dimensionen einen flachgedrückten, bei einer Länge von 6 Zoll etwa 2 bis 3 Linien Eisendicke halbirt, der Länge nach durchschneidet und beide Stücke nach der Längendimension mit übersponnenem Drahte umwickelt. Indem man die geebneten Flächen auf einander passen, geben die verlängerten Dimensionen der umwickelten Drähte überhaupt eine bedeutende Stärke, und ausserdem lassen sich entweder beide Hälften magnetisiren, oder die eine dient der anderen als Anker. Die Erfindung ist von Joule[1], welcher auf diese Weise einem 8 engl. Zoll langen, mit 4 besponnenen Kupferdrähten von $\frac{1}{11}$ Z. Durchmesser und 23 F. Länge umwundenen Elektromagnete eine Tragkraft von 2030 ℔ und einem andern mit 11 Drähten von $\frac{1}{23}$ Z. Durchmesser und gleicher Länge umwundenen eine Tragkraft von 2775 ℔ ertheilte.

Elektrometer. Coulomb's Waage. II. 594. verschiedene Bezeichnungen. III. 647. früheste Beobachtung der Abstossung und hierauf gegründete Messwerkzeuge bis Cavallo. 649—652. Henley's. 650. Cavallo's. 652. Bennet's. 654. de Luc's Fundamentalelektrometer. 659. Volta's aus Strohhalmen. 665. 721. Behrens' und Bohnenberger's. 671. verbessert durch Becquerel. 673. Lane's Ausladeelektrometer. 674. 679. Adam's Ladungselektrometer. 675. Cuthbertson's desgleichen. Brooke's elektrische Waage. 679. Messungen mit denselben. 724—727.

Zus. Unter den später in Vorschlag gebrachten Elektrometern verdienen Beachtung das von Snow Harris[2], welcher den Torsionsbalken an einem dünnen Glasfaden befestigte. Es übertrifft an Feinheit die bisher bekannten nicht. Dieser Torsionswaage bediente sich auch Faraday[3], welcher zugleich das andere Ende des Waagebalkens mit der von Coulomb beschriebenen Windfahne verband, um die Oscillationen zu vermindern,

---

1 Annals of Electricity. T. V. p. 187. 471.
2 Philos. Trans. 1839. p. 215.
3 11te Reihe. Poggendorff's Ann. Bd. XLVI. S. 11.

Digitized by Google

die inneren Wandungen des Glases mit zwei horizontalen, et
einen Zoll breiten, 0,4 Z. von einander abstehenden Stan
olstreifen beklebte und diese unter einander und mit der E
verband, um gegen die ihrem Zwischenraume gegenübersch
bende Kugel statt einen gleichen Einfluss auszuüben.
abgestossene Kugel, 0,3 Z. im Durchmesser haltend und v
goldet, war aus Sonnenblumenmark, die genäherte abstosse
dagegen aus weichem Erlenholz, welches nach der Vergold
geprüft wurde, ob es die Elektricität leicht annahm und
hinlängliche Zeit ohne merkliche Schwächung behielt. Di
ist nothwendig, und hierzu sind Holzkügelchen geeigneter
Markkügelchen, die im völlig trocknen Zustande nicht leicht
elektrische Ladung annehmen. FECHNER[1] verbesserte das Bl
goldelektrometer, indem er nach BECQUEREL's Methode in ei
länglichen, vierkantigen hölzernen Kasten eine horizontale tro
Säule aus 800 bis 1000 etwa zölligen Plattenpaaren von
ächtem Silber- und Goldpapier legte, die in eine überfirni
mit messingnen Kappen an den Enden verschlossene Glasr
eingeschlossen werden. Durch die Kappen gehen messi
Schrauben, an ihren äussern Enden mit einem Charniere
sehen, in welchen sich zwei verticalstehende Arme bewegen
an ihren äussern Enden gleichfalls in Charnieren zwei e
der zugekehrte etwa 0,75 Z. lange und 0,3 Z. breite messi
Platten tragen, die über das obere Bret des Kastens herv
gend dem zwischen ihnen herabhängenden sehr schmalen
blättchen nach Bedürfniss genähert werden können. D
Blättchen hängt in einer etwa 4 bis 5 Z. hohen Glasgl
herab, von einem Metallstifte, welcher durch die obere me
Fassung geht und oben in 2 bis 3 Z. Höhe mit einer Sch
versehen ist, um wie gewöhnlich eine Condensatorplatte a
schrauben. Die Empfindlichkeit des Apparats ist ganz auss
dentlich, allein nicht selten wirkt die Säule zu stark, zieht
fort oder nach der Berührung der Platte das Goldblättchen
und dieses oscillirt dann zwischen beiden Platten ohne wei
äusseren Einfluss, wie bei ZAMBONI's Perpetuum mobile.

OERSTED's Elektrometer, ohne das gewiss unnöthige F
Fig. 12. rohr, besteht aus einem Glascylinder auf einem Fussbret
Stellschrauben, in dessen Deckel die Glasröhre d d d d bef

1 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 230. Biot's Lehrbuch. Th. III. S

ist. Durch diese hängt der in sie eingekittete Bügel cccc herab, welcher oben in eine Röhre endigt, durch die der Stift ee gesteckt ist, um den Coconfaden aufzuwickeln, woran der feine und äusserst schwach magnetisirte Stahlbügel, der Träger des dünnen Messingdrahts aa, hängt. Wird der Platte ff Elektricität mitgetheilt, so geht diese zu dem Bügel über, theilt sich dem Messingdrahte aa mit, und dieser wird mit einer Kraft abgestossen, welche bloss die magnetische Richtung des kleinen Stahlbügels zu überwinden hat. Bei feinen Experimenten ist es vortheilhaft, dem Bügel eine geringe elektrische Spannung mitzutheilen und dann den zu untersuchenden Körper der Platte ff zu nähern, in welchem Falle die gleichnamige Elektricität die Abstossung vermehrt, die ungleichnamige aber sie vermindert. Statt der hierbei zu überwindenden Kraft der magnetischen Declination, die ohnehin nicht stets gleichmässig zu erhalten ist, wählte DELLMANN[1] die blosse Torsion eines Coconfadens und construirte hiernach sein Elektrometer, welches nach den Resultaten der Versuche, die er im J. 1842 bei der Versammlung der Naturforscher zu Mainz zeigte, an Feinheit und Sicherheit alle früheren übertrifft und das ich daher mit wenigen Abänderungen nach dem dort gesehenen Exemplare beschreibe. Ein 6 bis 8 Z. hohes und etwa 4 Z. weites weisses Zuckerglas mit oben gerade aufstehendem Fig. 13.
Rande wird auf ein hölzernes, mit Stellschrauben versehenes Fussbret gestellt. Etwa 1 Zoll über dem Boden werden zwei einander gegenüberstehende Löcher von ungefähr 2 Lin. Durchmesser gebohrt; in das eine kittet man einen rechtwinklig umgebogenen Kupferdraht h, dessen eines Ende vertical aufgerichtet mindestens 1 Zoll vom Glase absteht und hier mit einer Schraube versehen ist, um die Condensatorplatten i aufzuschrauben, während das andere etwa 0,5 Z. in das Glas hineinragt und mit der Säge aufgeschlitzt ist, um einen leitenden Metallstreifen ff einzuklemmen, dessen anderes Ende man durch das gegenüberstehende Loch zieht und in diesem straff angezogen befestigt. Dieser 1 Lin. breite, mit seiner Ebene vertical stehende, horizontal ausgespannte Streifen wird am besten aus Papier geschnitten, welches auf beiden Seiten metal-

1 Ueber ein neues Elektrometer u. s. w. Koblenz 1842. 24 S. 4. Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 49.

Digitized by Google

lisch ist, in Ermangelung dessen klebt man aber zwei Streif unechten Metallpapiers mit der unbelegten Seite auf einand und schneidet den erforderlichen Streifen aus demselben Das obere Ende des Glases ist mit einem hölzernen Deck cc versehen, in dessen Mitte sich ein etwas hervorragende um seine Axe drehbarer, hölzerner Cylinder h befindet, m einem feinen Löchelchen in der Mitte, um den tragenden C confaden durchzuziehen, diesen etwas höher oder niedrig herabzulassen und mittelst der Drehung des Zapfens seine Tor sion zu reguliren. Am unteren Ende hängt der Waagebalk g. Dieser besteht aus einem Stück messingner Claviersai etwa Nr. 12, zwischen 2 bis 3 Z. lang, in der Mitte bis etwa 2 Lin. Höhe aufgebogen und die platt geschlagenen En den dann wieder etwas zurückgebogen, so dass sie in ein horizontalen Ebene liegend mit dem beschriebenen Streifen dessen beiden Seiten in Berührung kommen können. Um die sen Waagebalken am Coconfaden isolirt zu befestigen, ist d selbe in der Mitte durch ein Stückchen Kork gesteckt, welches der Coconfaden mit etwas Schellack geklebt wir ich selbst habe statt dessen in der Weingeistlampe einen dü nen Faden Schellack ausgezogen, am einen Ende zum Hak umgebogen, den Waagebalken hineingehängt und erwärmt, er darin festgeschmolzen war; dann habe ich das Ende d Coconfadens durch erweichtes Schellack gezogen, auf den et 1,5 Z. langen Schellackfaden gelegt, beide durch ein ge hertes heisses Eisen erwärmt und zusammengeschmolzen. Da man statt des Schellacks auch Siegellack nehmen könne, v steht sich von selbst, auch lassen sich beide Substanzen leic so weit erweichen, um zu bewirken, dass die Enden des Wa gebalkens, wenn dieser am Coconfaden schwebend gehalt wird, in einer horizontalen Ebene liegen. In einiger Entf nung vom Rande des hölzernen Deckels wird ein Loch dur diesen gebohrt, eine Glasröhre eingekittet und durch diese etwa 0,5 bis 0,75 Lin. dicker Kupferdraht k gesteckt, de man leicht die gehörige Biegung geben kann, so dass er ni weit von der innern Wandung des Glases vertical herabge nicht weit vom Boden mit gekrümmter Biegung rechtwink umgebogen unter dem Metallstreifen hinläuft und am äusser Ende wieder auf gleiche Weise rechtwinklig in die H gebogen ist. Diese Biegung muss so hergestellt werden, da

Digitized by Google

die Enden des Waagebalkens, wenn sie vom Metallstreifen zurückgestossen werden, mit den beiden Biegungen in Berührung kommen. Da es zweckmässig ist, die Einrichtung so zu machen, dass man den Deckel abnehmen könne, dieses aber durch den umgebogenen Draht k gehindert wird, so thut man wohl, diesen in der Glasröhre verschiebbar zu machen, damit man ihn so weit herunterdrücken kann, um sein gekrümmtes Ende nach dem Lüften des Deckels unter dem Streifen ff wegzuziehen und mit dem Deckel in die Höhe zu heben. Auf dem Drahte k ist oben ein Knopf aufgesteckt, wozu sich eine metallene Kugel eignet, doch genügt auch eine von Holz oder Kork.

Der Gebrauch dieses Instruments ergiebt sich von selbst. Vermittelst der Torsion des Coconfadens wird der Waagebalken g so gestellt, dass seine Arme den Metallstreifen f f nicht vollständig berühren, weil sie sonst leicht an demselben hängen; besser ist es, ihn so zu stellen, dass die Arme um einen kleinen Winkel abstehen. Wird dem Streifen ff durch die Platte i oder auch nach dem Abschrauben derselben dem Drahte h Elektricität mitgetheilt, so bewirkt die geringste Menge derselben eine Bewegung des Wagebalkens, und wenn dieser dann durch Berührung des Streifens Elektricität angenommen hat, so wird er abgestossen. Die Empfindlichkeit wird daher, wie bei dem Säulenelektrometer, dadurch erhöht, dass man dem Drahte k, dessen unteres umgebogenes Ende man in einem beliebigen Winkel mit dem Waagebalken g und dem Streifen ff einstellen kann, Elektricität in geringerem Grade mittheilt, welche den Waagebalken mit Ueberwindung der Torsion nur wenig abweichen macht, worauf dann die Mittheilung der gleichnamigen oder ungleichnamigen Elektricität an i oder h um so leichter eine Bewegung erzeugt, als sie durch jene unterstützt wird.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass gegenwärtig die Multiplicatoren, die Galvanometer und die Voltameter zu den besten und gangbarsten elektrischen Messwerkzeugen gehören, auf die wir hier verweisen. Sie dienen zum Messen der elektrischen Ströme, der sogenannten dynamischen Elektricität, statt dass die eigentlichen Elektrometer auf die statische Elektricität beschränkt bleiben.

Elektrometrie. III. 648. 680. Messung der absoluten Stärke der

Elektricität. 681. den relativen Wirksamkeit mit Rücksicht auf d Abstand der Conductoren. 682. Messungen mittelst der Drehwa 690. mittelst horizontaler Pendel. 699. durch unmittelbare Wä gen. 702. durch die Elongationswinkel lothrecht hängender Pe 711. wenn die Elektricität über die ganze Fläche der elektrom schen Körper verbreitet ist. 712. wenn sie in einem Puncte ve gedacht wird. 721.

Elektrometrie, unterirdische. III. 728.

Elektromikrometer von Marechaux. III. 668.

Elektromotoren. III. 484. IV. 749.

Elektron. III. 234.

Elektrophor. III. 331. 336. erfunden durch Volta. 728. Beschr bung desselben. 730. gepresste. 733. Erscheinungen und Gebr desselben. 736. Theorie. 742. wirkt nur durch Vertheilung nicht durch Mittheilung. 753. eignet sich zur Darstellung der L tenberg'schen Figuren. 754. erzeugt pendelartige Schwingungen. 7 deren Nichtigkeit erwiesen. V. 1012. doppelter Elektrophor. III. 7 gepresster der elektrischen Lampen. VI. 82.

Elektroskop. III. 647. 681.

Elektroskopie. S. **Elektrometrie.** III. 331 ff.

Elektrotyp. S. **Galvanoplastik.**

Element. Urstoff, ursprünglicher Bestandtheil der Körper. III. 7 die vier der Alten, des Paracelsus, einfache unzerlegte der N ren. 785.

Elementarfeuer. S. **Wärme.** X. 55.

Elemente der Planeten- und Kometenbahnen. III. 785.

Elementenglas. III. 788.

Eliasfeuer. S. **Wetterlichter.** X. 1625.

Elle, ägyptische. VI. 1231. jüdische. 1237. arabische 1239. g chische. 1242. römische. 1247. französische. 1287. englische. 1 wiener. 1314. preussische. 1325. schwedische. 1334. dänische. 1 russische. 1346. niederländische. 1359. würtembergische. 1360. b sische. 1370. badische. 1374. portugiesische und spanische 1387. 1389.

Ellipse. deren Rectification. IX. 2103. Quadratur. 2105.

Elmsfeuer, St. S. **Wetterlichter.** X. 1625.

Elongation. III. 788.

Emanationssystem, Emissionssystem. III. 788.

Embolus der Luftpumpen. VI. 588.

Emetin. IX. 1716.

Emissionstheorie des Lichtes. VI. 309.

Emulsin. IX. 1718.

Zus. **Endosmose** nennt Dutrochet eine Erschein welche längst bekannt war, nämlich das (Bd. I. S. 200 wähnte) Durchdringen der Flüssigkeiten durch poröse Kör was der sogenannten Diffusion (s. **Diffusion**) der Gase

ähnlich ist, weswegen auch beide Phänomene anfänglich vereint untersucht wurden. So viel mir bekannt, war Parrot[1] der Erste, welcher im J. 1811 das wechselseitige Durchdringen des Weingeists und Wassers durch Thierblase bekannt machte, und N. W. Fischer[2] täuscht sich also, wenn er glaubt, diese Erscheinung im J. 1812 zuerst wahrgenommen zu haben, doch lenkte er zuerst[3] im J. 1822 die Aufmerksamkeit der Physiker auf dieselbe. Ueber beide Erscheinungen, sowohl die der expansibeln, als auch der tropfbaren Flüssigkeiten, stellte Magnus[4] eine Reihe von Versuchen an, Fischer aber beschränkte sich auf die Erscheinungen, welche die Thierblase zeigt, und erwähnte dabei andere analoge[5]. Gleichzeitig machte Dutrochet seine ersten Versuche bekannt, wonach zwei verschiedene Flüssigkeiten, die durch eine dünne Scheidewand aus organischen, oder auch unorganischen, Körpern getrennt sind, zwei entgegengesetzte Ströme von ungleicher Stärke bilden, so dass die eine einen höheren Stand als die andere erreicht. Die Erscheinung selbst bezeichnete er durch die Namen Endosmose und Exosmose, und als Poisson die Ursache in der Capillarität zu finden glaubte, stritt er hiergegen, weil die Höhen sich anders zeigten, als sie hiernach für die verschiedenen Flüssigkeiten seyn müssten. In der Affinität beider Flüssigkeiten wollte er die Ursache gleichfalls nicht finden, denn Eiweiss und Wasser mischen sich nicht, wenn man das letztere vorsichtig über ersteres giesst, wohl aber dringt das Wasser durch eine Thierblase zum Eiweiss, ohne Zweifel weil die aufsaugende Thierblase das Wasser mit dem ihr anliegenden Eiweiss in die innigste Berührung bringt. Diesemnach glaubte er die Ursache in der Elektricität suchen zu müssen, welche allerdings verschiedene Stoffe zu einander überführt, hier aber unmöglich thätig seyn kann[6]. Inzwischen suchte er seine Meinung auch später durch neue Thatsachen zu unter-

---

1 Theor. Phys. II. 331.

2 Poggendorff Ann. Bd. XI. S. 126.

3 Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 300.

4 Poggendorff Ann. Bd. X. S. 153.

5 Ebendas. Bd. XI. S. 126. Vergl. Bd. X. S. 481.

6 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXV. p. 98. 393. Poggendorff Bd. XI. S. 134 ff.

Digitized by Google

stützen, namentlich durch folgende, die früher schon Porr beobachtet hatte. Wenn man eine Glasröhre am unteren E mit einer Thierblase überbindet, Wasser hineingiesst und jen ein Gefäss mit Wasser von gleichem Niveau stellt, dann negativen Polardraht in sie hinabsenkt, so steigt das Wa in ihr durch den elektrischen Strom und es findet also Endosmose darin statt[2]. Später hat Dutrochet diese Erk rung in Gemässheit zahlreicher Versuche, die er mit dem E dosmometer (einer unten mit Thierblase überbundenen G röhre) anstellte, aufgegeben, und er findet vielmehr die Urs der Erscheinungen in der Capillarität, wonach die Volum beider Flüssigkeiten, die in gleichen Zeiten durch die por Membranen dringen, sich umgekehrt wie die Höhen verh sollen, bis zu welchen sich dieselben in dem nämlichen H röhrchen erheben. Inzwischen soll bei öligen Flüssigke das entgegengesetzte Verhalten stattfinden und die Wä einen bedeutenden Einfluss ausüben. Verschiedene Ges welche Dutrochet aufgefunden zu haben glaubte, z. B. es unwirksame Flüssigkeiten gebe, welche die Endosmose di aufhöben, andere wirksame, welche dieselbe indirect durch mische Einwirkung auf die thierische Membrane aufhöben, endlich andere wirksame, welche diese Eigenschaft beständig behielten, lassen sich durch die Erfahrung nicht genügend beg den[3]. In einer belehrenden Zusammenstellung des Ganzen z Poggendorff[4], dass die vielen Versuche von Dutrochet noch nicht genügen, um zu einem bestimmten Gesetze zu langen, wie dasjenige, welches für die Erscheinungen der D sion der Gase aufgestellt ist[5]. Später wurden verschiedene d Versuche mit einigen Modificationen wiederholt durch E. B. Ji chau[6], woraus folgende Resultate hervorgehen: 1) beide Flü keiten strömen gleichzeitig durch die Scheidewand; 2) das Zu menströmungsverhältniss ist abhängig von der Beschaffen

1 Ann. of Phil. T. VIII. p. 74.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVII. p. 191. Poggendorff Bd. XII. S. 618.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLIX. p. 411. LI. p. 159.

4 Dessen Ann. Bd. XXVIII. S. 359.

5 Vergl. Power in Cambridge Philos. Trans. T. V. p. 205.

6 Poggendorff Ann. Bd. XXXIV. S. 613.

Digitized by Google

der Flüssigkeiten und der trennenden Lamelle; 3) das Graham'sche Diffusionsgesetz findet hierbei nicht statt, es sey denn etwa für ungemischte Flüssigkeiten, als Weingeist und Wasser; 4) die erreichten Höhen stimmen nicht mit denen in Haarröhrchen zusammen, obgleich im Ganzen diejenigen Flüssigkeiten am höchsten steigen, die in Haarröhrchen die grösste Höhe erreichen. Eine ausführliche Untersuchung dieser Erscheinungen hat Ernst Brücke angestellt, wodurch die bekannten Erfahrungen im Ganzen bestätigt werden[1].

Energiatypie. S. **Daguerrebilder.**
Engstlerbrunnen. S. **Quelle.** VII. 1074.
Entfernung, wahre und scheinbare. III. 791. IV. 1444. bis auf welche man Gegenstände auf ebener Erde, oder von Bergen herab, oder umgekehrt die letzteren sehen kann. III. 838.
Entladung der elektrischen Flasche. IV. 377.
Epakte. II. 252. astronomische. III. 792. kirchliche. 795. V. 823.
Ephemeriden. III. 795.
Epicykel, Epicyclus nebst dem circulus deferens. III. 797. des Sonnensystems. VIII. 884. X. 1509—1512. 1533.
Epoche. III. 786. in der Astronomie und Chronologie. 799.
Erbium, ein neues, so eben von Mosander im Yttrium entdecktes Metall[2].
Erdaxe. Veränderung ihrer Lage. S. **Geologie.** IV. 1258. 1292. deren Beständigkeit. IX. 45. und Wanken. X. 1251.
Erdbahn. III. 827. bedingt den ungleichen Abstand der Erde von der Sonne. IX. 657. ihre Excentricität. 662.
Erdbeben. III. 800. Menge derselben. 801. Vorzeichen. 803. wesentliche Erscheinungen, die sie darbieten. 809. Verbreitung über die verschiedenen Erdtheile. 814. Ursachen derselben. 822. Nachträge s. **Vulcane.** IX. 2300.

Zus. Es sind seitdem mehrere Verzeichnisse von Erdbeben in verschiedenen Ländern aufgestellt, auch einzelne Erdbeben beschrieben worden. Dahingehört eine ausführliche Abhandlung über Erdbeben nebst vielen Thatsachen von David Milne[3].

Erdbebenableiter. III. 824.
Erdbebenmesser. III. 824.

---

1 De diffusione humorum per septa mortua et viva. Ber. 1843. Aus in Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 77.

2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XXIII. p. 241. Ann. de Chim. Phys. 3me Sér. T. XI. p. 473.

3 Edinb. New Phil. Journ. N. LXII. p. 259. Ein Verzeichniss der Grossbritannien zwischen 1608 und 1839 beobachteten findet man ebend. XL. p. 95.

Digitized by Google

Erdbeschreibung. S. **Geographie.** IV. 1225.
Erddurchmesser. III. 839.
Erde der Chemiker und Mineralogen. III. 825.
Erde, Erdball. Ursprung derselben. S. **Geologie.** IV. 12 Urbildung. 1245. Masse und Oberfläche. IX. 1241. Kugelgestalt 1547. tägliche Axendrehung. 1553. Umlauf um die Sonne. 1 Dimensionen. 1593.
Erde, Erdball. Aequator, Pole und Umdrehungsaxe derselben 213. der Erdball. III. 825. Bewegung derselben um ihre Axe im Weltraume. 828. älteste Meinungen über diese Bewegungen 1537. Gestalt und Grösse. III. 832. älteste Vorstellungen von Kugelform. 834. bewiesen durch die Weltumsegler. 836. Axe, P Aequator, Parallelkreise und Zonen. 839. erster Meridian. 840. stalt nach Breitengradmessungen. 843. nach Längengradmessung 876. nach Pendelschwingungen. 879. VII. 371. nach dem Gr tationsgesetze und der Schwungkraft. III. 920. IX. 46. Vergl. M **chanik.** VI. 1499. nach astronomischen Bestimmungen, vorz der Mondsgleichungen. III. 926. Endresultat dieser Mittel. 927. mensionen derselben und ihrer Oberfläche. 930. aus Lacaill Messungen wird fälschlich eine Ungleichheit beider Hemisphären folgert. IV. 1291. Grade der Breite und Länge. III. 935. Gr der Zonen. 938. Dichtigkeit der Erde. 940. nach der Anziel grosser Gebirgsmassen. 944. nach Versuchen mit der Drehwa 950. Temperatur. 970. Nachträge über die Temperatur und ausführliche Untersuchung dieser Aufgabe s. **Temperatur.** 233—664. im Innern. III. 971. aus der mit der Tiefe wachs Wärme gemessen. 973. der Erdrinde, durch eingesenkte Ther meter ermittelt. 986. der Erdoberfläche. 992. Kälte der süd Halbkugel. 997. isothermische Linien. 1006. Temperatur der mosphäre. 1007. Abnahme mit der Höhe. 1008. Schneegrenze. Kälte der Polargegenden. 1035. 1046. Ursachen der ungleichen T peratur. 1036. Wärmevermehrung und Verminderung durch pression der Luft. 1048. Ursachen der Wärmeerzeugung a Oberfläche. 1063. Beschaffenheit des Erdkerns. 1068. Erd 1072. Urgebirge. 1077. Uebergangsgebirge. 1083. secundäre mationen. 1087. tertiäre Felsarten. 1091. vulcanische Gebilde. Gänge. 1102. Lager. 1103. Kochsalz. 1104. fossile Kohlen. Versteinerungen. 1112. Vergl. IX. 1785. Configuration der Erd 1113. Berge. 1119. Thäler. 1127. Ebenen. 1129. Gewässer. Ursprung und Veränderungen. 1140. S. **Geologie.** IV. 12

Zus. Es lässt sich noch eine zweite Methode anwen um aus der Anziehung eines Berges die Dichtigkeit der zu finden. Erhebt man sich zu einer beträchtlichen Höhe die Oberfläche der Erde, so lässt sich aus der bekannten nahme der Schwere berechnen, wie viele Schwingungen Pendel dort weniger macht, als in der Ebene unter gl

Digitized by Google

Breite. Befindet man sich dann aber auf einem hohen Berge, so muss die Anziehung desselben die Zahl der theoretisch gefundenen Schwingungen vermehren. Beträge z. B. die Höhe des Berges 18160 Fuss oder $\frac{1}{2000}$ des Erdhalbmessers, so müssten die Schwingungen unten und oben sich verhalten wie $2001^2:2000^2$ oder wie 1001 : 1000, und ein Secundenpendel von 86400 Schwingungen täglich könnte also nur 86314 geben. Würden statt dieser 86322 beobachtet, so wären 8 durch die Anziehung des Berges erzeugt und die Anziehung desselben verhielte sich zu der der Erde wie 1 : 10800. Man könnte dann aus dem Volumen und der Dichtigkeit des Berges bei bekanntem Volumen der Erde deren Dichtigkeit finden. Carlini hat solche Messungen auf dem Mont-Cenis angestellt und mit denen von Biot zu Bordeaux verglichen, woraus die Dichtigkeit der Erde = 4,837 folgt. Allein ein Fehler von 0,00001 in der Länge des Pendels würde schon eine Aenderung von 0,22 in der Dichtigkeit der Erde erzeugen, man kann ihm jedoch begegnen, wenn man das nämliche Pendel an beiden Stationen beobachtet, wodurch diese Grösse wegfällt [1]. Merkwürdig ist aber der Umstand, dass alle Messungen der Berge die Dichtigkeit der Erde zu klein geben.

Weil es ausser dem Bereiche der Möglichkeit liegt, die mittlere Dichtigkeit eines Berges mit Rücksicht auf die Anziehung seiner ungleich dichten Theile auf das in ungleichen Entfernungen von ihnen befindliche Pendel mit absoluter Schärfe zu bestimmen, so nahm man seine Zuflucht wieder zur Drehwaage. Solcher Art haben wir zwei vortreffliche Arbeiten erhalten, die eine von F. Reich [2], die andere von Francis Baily [3]. Reich stellte wegen gleichmässiger Temperatur und zur Vermeidung des Luftzuges seinen Apparat in einem unterirdischen Raume auf und bediente sich zur Messung der Oscillationen des Poggendorff'schen reflectirenden Spiegels, was auch durch Baily geschah. Aus 57 Versuchen, welche er zu 14 Resul-

[1] Mädler Leitfaden der mathematischen und allgemeinen Geographie. Stuttg. 1843. S. 56.

[2] Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde. Freib. 1838. 8.

[3] Experiments with the Torsion Rod for determining the mean density of the Earth. Forming the XIV. Vol. of the Mem. of the Roy. Astron. Soc. Lond. 1843. 4., wovon auch besondere Abdrücke gemacht worden sind.

Digitized by Google

taten vereinigte, erhielt er im Mittel 5,4439 für die mi
Dichtigkeit der Erde gegen Wasser im Puncte seiner grö
Dichtigkeit, oder mit Rücksicht auf das Gewicht der ein
Resultate = 5,4383 mit einem wahrscheinlichen Fehler = 0
Noch 6 nachträgliche Versuche mit Eisen gaben 5,4522
wenig verschieden. BAILY erhielt 500 Lstl. zu den Vers
und liess sich einen ausnehmend schönen Apparat verfer
wobei die beiden Bleimassen nahe 380,5 ℔ avoirdupois w
und ausser angezogenen Bleikugeln auch andere ange
wurden. Nachdem er 1300 ihm nicht genügende Versuch
worfen hatte, nahm er von den späteren 2153 Versuche
besseren 2004 nach einer von AIRY entwickelten Formel in
nung und fand hieraus die mittlere Dichtigkeit der Er
5,6747 mit einem wahrscheinlichen Fehler, den er = 0
angiebt[1]. Merkwürdig bleibt es immer, dass zwische
Resultaten so genauer Versuche dennoch ein bedeutende
terschied obwaltet; indess kann man dreist die mittlere
tigkeit der Erde = 5,5 setzen.

Zur Bestimmung der Grösse der Erde aus Breiten
messungen sind bedeutende Beiträge hinzugekommen,
sächlich durch die Messungen in den westlichen Provinze
russischen Reichs[2]. Eine ausführliche Berechnung der
plattung der Erde nach den Resultaten der Pendelbeoba
gen hat JABBO OLTMANNS bekannt gemacht[3]. Ferner hat
DEN in Massachusetts eine Gradmessung zwischen 41° 2
und 43° 21′ 30″ N. B. mittelst einer Triangulirung be
Diese mit der peruanischen Messung verbunden giebt di
plattung = $\frac{1}{313}$[4].

Die Kenntniss der südlichen Polarzone ist unterdess be

---

1 Vergl. einen Auszug in Lond. and Edinb. Phil. Mag. T
N. 136. p. 111. Ann. Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 338. P
dorff Ann. Bd. LVII. S. 453.

2 Beschreibung der unter allerhöchstem Kais. Schutze von d
versität Dorpat veranstalteten Breitengradmessung in den Ostseepr
Russlands, ausgeführt und bearbeitet in den Jahren 1821 bis 1
Beihülfe des Capitain-Lieutenants v. WRANGEL und Anderer. V
W. STRUVE. Dorpt. 1831. 4.

3 v. Crelle Journal für die reine und angewandte Mathem.
S. 72. Vergl. Art. **Pendel.**

4 L'Institut 10me Ann. N. 428. S. 90.

Digitized by Google

reitert worden. Zuerst untersuchte BELLINGSHAUSEN bei seiner se während der Jahre 1819 bis 1821 genauer die zusammen Inseln betragende Gruppe, welche SMITH im Jahre 1819 entkt hat; weit wichtiger aber sind die durch Ross gemachten tdeckungen [1]. Das südlichste bisher aufgefundene Land entckte er vom 70sten bis 79sten Grade s. B. und vom 165sten 173sten Grade ö. L. v. G. und nannte es **Victoria Land.** ist ganz vulcanisch, eben wie die Inseln umher; einen erchenen Vulcan nannte er **Mount Terror**, einen noch brenden unter 77° 32′ s. B. und 167° ö. L. v. G. **Erebus**, cher eine Höhe von 12400 engl. Fuss hat. Die Küsten des des sind von ewigem Eise umgeben, und nur mit grosser e und Gefahr gelingt es, zwischen diesem durchzukommen, erreichte Ross 78° 4′ s. B., statt dass man früher nur 74° 15′ gekommen war. Das Land ist ganz ohne alle ation und daher nicht bewohnbar.

In einer sehr gehaltreichen Abhandlung hat Al. v. HUMBOLDT mittlere Höhe der Erdoberfläche über dem Meeresspiegel mmt, die dadurch gefunden wird, dass man die Erhabenn und Vertiefungen mit Rücksicht auf ihre Ausdehnungen n einander ausgleicht. Nach den Resultaten aus einer en Menge von Thatsachen findet er die mittlere Höhe der nten Welttheile:

für Europa	105	Tois.	(205 Met.)
— Nordamerica	117	—	(228 —)
— Südamerica	177	—	(345 —)
— den neuen Continent	146	—	(285 —)
— Asien	180	—	(351 —)

Höhe des Schwerpuncts des Volumens aller Continentalmasmit Ausnahme Africa's, über dem jetzigen Meeresspiegel t 146 Toisen oder 285 Meter, mithin beträchtlich wenials LA PLACE angenommen hat [2].

eressante Notizen über die **Llanos** findet man in einem von CODAZZI [3]. Die Llanos von Apure und Guyana sind

---

Vorläuf. Bericht nebst sehr instructiven Kärtchen in Edinb. Journ. N. LXIV. p. 285. Vergl. Lond. and Edinb. Philos. XX. p. 141.
ggendorff Ann. Bd. LVII. S. 407.
mpt. rend. T. XII. p. 462. Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 218.

L*

ganz eben, die von Venezuela aber haben die nur höchsten 200 F. erhabenen **M e s a s** und **B a n c o s**, welche aus porösen S anhäufungen bestehend sich während der Regenzeit mit W tränken und dieses nach dem Aufhören der Ueberschwem langsam wieder abfliessen lassen, wodurch die vielen Flüss stehen, die sich aus ihnen in die Ströme oder das Meer ergi Ebendaher trifft man in den Llanos viele bevölkerte Ort ren Bewohner, die Llaneros, vorzüglich Pferdezucht treiben dabei kühn und ausdauernd sind.

Erdfall. Einsinkungen grösserer Strecken. IV. 1311.
Erdferne. Apogäum. III. 1141.
Erdgürtel. III. 840.
Erdkern. III. 1068. besteht aus Magneteisen. 1068. 1069. 1071. dessen Temperatur. 971. IX. 233 ff.
Erdkruste. III. 1072. deren Temperatur. 986. IX. 268.
Erdkugel. III. 1142. künstliche. V. 265. deren Gebrau Geschichtliches. 270.
Erdnähe. III. 1142.
Erdöl. III. 1112. VII. 1110.

Z u s. Eine reiche Quelle mit Erdöl wurde in Cum durch das Bohren eines artesischen Brunnens eröffne Flüssigkeit quoll in grosser Menge hervor und erhielt d men **R o c k - O i l**; sie ergoss sich in den Fluss Cumb Eine Aufzählung aller der vielen bekannten Orte, wo Erd Erdpech zum Vorschein kommt, hat für die Physik kein gendes Interesse.

Erdpech. III. 1112. VII. 1110.
Erdtrombe. S. **Wettersäule.** X. 1635.
Erfahrung. I. 884. III. 1142. im Gegensatz von Versuch. IV 1815.
Ergänzungsfarben. IV. 94.
Erhebungskrater. IX. 2250.
Eriometer. III. 1143.
Erkaltung. III. 1144. geheizter Zimmer. S. **Heizung.** Gesetz des Erkaltens. IX. 592. X. 433.
Erleuchtung. III. 1144. Helligkeit der erleuchtenden Körp ist bei gleicher Lichtstärke dem Quadrate der Entfernung u proportional. 1146. deren Intensität nach der Lage und Ge beleuchteten Flächen. 1147 ff. nach der Lage und Gestalt leuchtenden Körper. 1151 ff. Weisse oder Albedo der le

---

1 Bullet. de la Soc. Géogr. T. XIV. N. 88.

iper. 1155. Anwendung der Theorie. 1159. Menge des Lichts, t auf eine Fläche fällt. VI. 282.
ger, trockne, des Galvanismus und deren Spannungsreihe. IV. 0. trockne. 591. feuchte. 615. nach ihrer Stärke. 748.
hütterung, elektrische. IV. 378.
bris. IX. 1711.
III. 1163. elektrisches Leitungsvermögen der Erze. VI. 169.
ich. Arabischer Zoll. VI. 1239.
gährung. IV. 553. **Essiggeist.** IX. 1703. **Essigsäure.** I. 1697. **Essigsäuredampf.** latente Wärme desselben. II. 291.
len. V. 518. X. 1899.
ometer. Luftgütemesser, Oxygenometer. III. 1163. Volta's. 3. Döbereiner's. 1166. Achard's, Berthollet's und Par-r's. 1167. Seguin's, Scheele's, de Marty's. 1168. Fonta-s. 1169. Davy's. 1170.
on Chladni's. Musikalisches Instrument. VIII. 278. 281. 347.
m. IX. 1704.
tion. Schwefelhölzchen. V. 841.
. Felsart. III. 1083.
chische **Röhre.** S. **Gehör.** IV. 1204. deren Versto-g. 1214.
rometer. I. 432.
ion des Mondes. IX. 1600. X. 1608.
ator in der einfachen galvanischen Kette. IV. 712.
nose. S. **Endosmose.**
sibilien. expansible Flüssigkeiten. II. 212. III. 1171.
sion. III. 1171.
sions-**Dampfmaschinen.** S. **Dampfmaschinen.** 43.
imente. Regeln bei ihrer Anstellung. S. **Versuch.** IX. 1813.
sion detonirender Substanzen. X. 263. 339.
ctionspresse. Real'sche, sogenannte hydrostatische Presse. 242. VII. 901.

F.

. Englisches Mass. VI. 1295. preussisches. 1325. schwedisches. . dänisches. 1339.
dreieck. II. 251.
kreuz. IV. 187.
netzmikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2160.
g, **Präcipitirung.** IX. 2015.
ise. IV. 3.
t. Musikalisches Instrument. VIII. 360.
trassen. deren Steigung. III. 74.
er Körper. IV. 3. freier. 4. Fallraum und Fallgeschwindigkeit.

Digitized by Google

VIII. 612. sind nicht überall gleich. IV. 9. Einfluss der Höh der elliptischen Erdgestalt. 13. VIII. 602. Geschichte der Auffi der Fallgesetze. IV. 14. Fall auf vorgeschriebener Bahn. 1 Cykloide ist zugleich Tautochrone und Brachystochrone. 22–

Fall im widerstehenden Mittel. X. 1741.
Fall in Beziehung auf Schwerpunct und dessen Unterstützung. VI
Fall oder Gefälle der Flüsse. VIII. 1177. 1193.
Fallen der Gänge. III. 1103.
Fallmaschine Atwood's und deren Gebrauch. IV. 30–35. X. Aldini's. VIII. 619.
Fallversuche Benzenberg's. X. 1846.
Falschsehen. IV. 1397.
Falsettöne. VIII. 379.
Faltenkranz im Auge. I. 533.
Fanega. Spanisches Mass. VI. 1390.
Farbe der Atmosphäre. I. 500. VI. 2004. des Meeres. 17 Seen. VIII. 720. der Körper. IV. 39. VI. 292. X. 2440. de der Bruchflächen. 2452. Meinungen über ihren Ursprung. nach Newton. 43. nach v. Goethe. 48. nach der Emanati rie. 56. VI. 323. nach der Undulationstheorie. IV. 57. IX erwärmende Farbenstrahlen. IV. 77. chemische Wirkungen. violetten Strahlen magnetisiren. 84. Farben aus der Vereinigu matischer erzeugt. 86. durch Mischung von Farbstoffen. 9 gänzungsfarben. 94. epoptische und entoptische. 95. katoptris irisirende Flächen. 100. Perlmutterfarben. 103. paroptisch natürliche der Körper. 105. Lichtstärke der farbigen Strahl Veränderungen der Farben der Körper. 117. physiologische 118. pathologische. 131. VIII. 757. Farbe der Schatten. 512. S. S
Farbenbild, prismatisches. IV. 58. durch Inflexion. V. 733. res vollkommener Art. 733. äusseres. 738.
Farbenclavier. VIII. 345.
Farbendreieck, Mayer'sches. IV. 92.
Farbenerzeugung durch Polarisation. IX. 1520.
Farbenkreise. S. **Farbenringe.** I. 303. ff.
Farbenkreisel. IV. 136. VIII. 775.
Farbenkugel. IV. 94. **Farbenpyramide.** IV. 93.
Farbenringe. des durchgehenden Lichtes. I. 303. des zur worfenen. 305. Ordnungen derselben. 305. 308. auf Seifen 305. Dicke der sie erzeugenden Luftschichten. 312. V. 718. derselben. I. 315. 316. VI. 320. geben die Länge der Lich 348. sonstige von Newton und spätern Optikern beobacht 132–134. Brewster's Farbenstreifen. 135. Erklärung der F ringe aus der Theorie der Interferenzen. V. 784. Beobachtung selben. VI. 322. des polarisirten Lichtes. VII. 772. IX. 138 Farbenringe durch den Strom der Volta'schen Säule. VIII. 59 Batteriefunken. 545.

Digitized by Google

arbenspiel der Metalle, des Glases u. s. w. I. 175. IV. 100. der Perlmutter. 103.
arbenspindel. IV. 91. 136.
arbenstreifen. IV. 135.
arbenzerstreuung des Auges. IV. 1378. bei Fernröhren. IX. 156.
arbenzerstreuungsvermögen des Flintglases. IV. 472.
arbstoff. IX. 1710.
asergyps. Felsart. III. 1089.
aserstoff. IX. 1718.
ata Morgana. S. **Strahlenbrechung** VIII. 1168.
eddan. Aegyptisches Mass. VI. 1236. arabisches. 1239.
eder, thermometrische zur Compensation. II. 208.
ederharz (Cautschuck). IX. 1709.
ederkraft. S. **Elasticität.** III. 167. 211.
ederpendel. S. **Pendel.** VII. 324. Hardy's. I. 925.
ederwaage. S. **Waage.** X. 41—43. ungleiche Schwere zu messen. VIII. 607.
ederwolken. I. 6. X. 2279.
ehler der Beobachtungen. S. **Wahrscheinlichkeitsrechnung.** X. 1200. 1220.
einheit verschiedener Körper. IX. 713.
eld des Fernrohrs. S. **Mikrometer.** VI. 2158.
elsen. Entstehung derselben. IV. 1298. schliessen lebende Thiere ein. 1300.
enchelcampfer. IX. 1706.
enster. Gefrieren derselben. III. 106. im Ohre. S. **Gehör.** IV. 126.
ernambuck. IX. 1711.
ernrohr, dioptrisches. IV. 141. Erfindung desselben. 142. Einrichtung im Allgemeinen. 149. Vergrösserung, Gesichtsfeld, raumdurchdringende Kraft und Deutlichkeit. 150—152. holländisches oder Galileisches. 154. astronomisches. 158. dessen Vergrösserung. 158. und Lichtstärke. 162. Kometensucher. 166. das Erdfernrohr. 167. dessen Vergrösserung. 168. und Gesichtsfeld. 170. Achromatisches. 174. aplanatisches. 178. über Blendungen. 187. und Fadenkreuz. 188. Aufstellung. 190. der Sucher. 193. Brewster's Fernrohr, um Gegenstände unter Wasser zu sehen. 194. Kitchiner's pankratisches Ocular. 195. Nachträge. S. **Teleskop.** IX. 126 ff. 190 ff.
errotypiren. S. **Daguerrebilder.**
este Körper. deren specifische Wärmecapacität. X. 777—836.
estigkeit. IV. 198. Folge der Cohäsion. S. **Cohäsion.** II. 113. absolute. 136. Tabelle darüber. 145. relative. 148. Formel zu ihrer Bestimmung. 151. 153. Tabelle. 153. rückwirkende. 161. Formel. 162. Tabelle. 164.
etr. Aegyptisches Mass. VI. 1235. und arabisches. 1239.
ett. IX. 1707—1709.
euchtigkeiten des Auges. I. 545. S. **Flüssigkeiten.** IV. 475.

Digitized by Google

Feuchtigkeitsmesser. S. **Hygrometer.** V. 592.
Feuer nach de Luc's Ansicht. III. 356. nach gemeinem Sprac brauch. IV. 109. Küchenfeuer, Erscheinungen und Wesen dess S. **Wärme.** X. 270. 332. griechisches. VII. 536. X. 317. E mentarfeuer. 55.
Feuerberge. S. **Vulcane.** IX. 2194.
Feuerbrunnen in Asien. S. **Vulcane.** IX. 2336.
Feuerbüschel, elektrische. III. 279.
Feuerkugel. IV. 209. Beobachtungsart. 209—213. Erschein im Allgemeinen. 214—223. Meinungen über ihr Wesen. 224— bei Gewittern herabfallende. X. 2052. mit Meteorsteinen. VI. 2 VIII. 1020.
Feuerlöschung. IV. 201. durch Schwefel. 201. durch küns Auflösungen. 203. weniges Wasser vermehrt die Flamme. 204. forderliche Wassermenge. 205. Parrot's Löschbesen. 208. N träge. X. 302.

Zus. Das angegebene Mittel, brennenden Schwefel Löschen des Feuers in Schornsteinen anzuwenden, wurd Folge gemachter Erfahrungen im J. 1828 vom Gesundheits in Paris den Polizeipräfecten empfohlen [1].

Feuerluft. S. **Sauerstoffgas.** VIII. 176.
Feuermaschine. S. **Dampfmaschine.** II. 417.
Feuersammler. S. **Wärmesammler.** X. 1179.
Feuerspritze. IV. 202. VIII. 968. 971.
Feuersteine. deren Bildung. VI. 1464.
Feuerzeug, chemisches. IV. 230. Zündhölzchen. 231. pneuma oder Tachopyrion. 232—240. VI. 268. X. 230. Phosphorfeue VII. 476.
Figuren, tanzende elektrische. III. 307. Lichtenberg'sche. 754 sitive und negative. 762. Nobili's durch die Säule. VIII. 59. Batteriefunken. 545. Chladni'sche. 227.

Zus. Becquerel [2] hat die Erzeugung der Nobili'schen guren einer neuen ausführlichen Untersuchung unterworfen nicht bloss gezeigt, auf welche Weise man diese am beque und sichersten unter verschiedenen Bedingungen erhält worauf ihre Entstehung eigentlich beruht, sondern auch tel angegeben, wie man grössere Flächen mit einer gleich sigen Farbe zu überziehen vermag.

Filargnomon. S. **Gnomon.** IV. 1608.

---

1 Recueil industriel. T. XII. p. 127. Dingler's polyt. Journ. T. S. 320.

2 Compte rend. T. XVIII. N. 6. p. 197.

Digitized by Google

Filtriren. II. 51. IV. 240. natürliches und künstliches. 241 ff. zum Reinigen des trüben Wassers. 245.

Filtrirapparat. IV. 243. DONOVAN'S, welcher den Zutritt der äussern Luft abschliesst. 244. sogenannte unveränderliche von SMITH, CUCHET und MONTFORT. 246. von PFAFF. 247.

Zus. DONOVAN's Filtrirapparat findet man mehrfach beschrieben [1]. Später in Vorschlag gebrachte zweckmässige Filtrirapparate sind von PARROT zum Gebrauche auf Schiffen [2], von BOHRSHAUSEN [3], von HARE [4] und von DUMONT [5].

Fingalshöhle. S. **Höhle.** V. 413.

Finsterniss. S. **Dunkelheit.** II. 642.

Finsternisse. IX. 1061. der Jupitersmonde. IV. 272. IX. 1053. und des Planeten durch diese. IV. 274. des Mondes und der Sonne. IX. 1042. des Mondes. IV. 251. deren Berechnung. 255. voller Schatten und Halbschatten. 256. der Sonne. 258. partiale, totale und centrale. 259. deren Berechnung. 260. Erscheinungen, welche grosse Sonnenfinsternisse darbieten. 269. der helle Ring um den Mond. 271. Abnahme der Erwärmung. 271. älteste beobachtete Finsternisse. IX. 59. Nachträge. S. **Mondfinsterniss, Sonnenfinsterniss** und **Verfinsterung.** IX. 1750.

Firmament. IV. 274.

Firniss für Aërostaten. I. 243.

Fische. sterben in Wasser ohne Sauerstoffgehalt. III. 116. elektrische. IV. 273. Geschichtliches. 276. ihre Organe. 281. und Nerven. 284. Wirkungen, die sie hervorbringen. 290. theoretische Betrachtungen. 310. Gehör der Fische. 1213.

Zus. Das Verhalten der elektrischen Fische ist fortdauernd oft und genau untersucht worden. Wenn man früher die Meinung hegte, diese Elektricität sey der der Volta'schen Säule gleich und das thierische Organ daher mit diesem Apparate zu vergleichen, so widersprach H. DAVY nach seinen in Italien am Zitterrochen gemachten Beobachtungen dieser Ansicht [6], stützte sich dabei indess bloss auf das Argument, dass er keine Ablenkung der Magnetnadel durch den erzeugten, ihm selbst sehr fühlbaren Strom bewirkt sah. Inzwischen beseitigte sein Bru-

---

1 Dublin. philos. Journ. N. 1. p. 75.
2 Dingler's polyt. Journ. Bd. XXIII. S. 235.
3 Laboratorium. 1830. Hft. XXIII. Tab. XCI.
4 Dessen Compendium of chemical Instruction.
5 Journ. de Chim. médic. 1829. p. 454.
6 Philos. Trans. 1829. p. 15. Poggendorff Ann. Bd. XVI. S. 311.

Digitized by Google

der JOHN DAVY bald darauf diesen Zweifel, indem er mitt des von der untern und oberen Seite des Zitterrochens a gehenden elektrischen Stromes nicht bloss Stahlnadeln in ge neten Drahtwindungen magnetisirte, sondern auch die N im Multiplicator stark abweichen machte. Dabei war es die aber nicht möglich, einen Funken wahrzunehmen oder den fe sten Silberdraht zum Glühen zu bringen, wie auch die g ringste Einwirkung auf die feinsten Elektrometer zu beob ten, wohl aber erhielt er die deutlichsten Beweise der che schen Zerlegung [1].

FARADAY, welcher bis dahin keine eigenen Versuche g macht zu haben angiebt, folgert aus den vorhandenen T sachen, dass diese durch Fische erzeugte Elektricität sich nicht von der durch andere Mittel hervorgerufenen untersch obgleich man noch keine, durch sie erzeugte Bewegung keinen Funken wahrgenommen habe, indem die Angaben über von WALSH [2] und von FAHLBERG [3] nicht als entschei gelten könnten [4]. Inzwischen ist dieser Zweifel bereits ge ben, denn MATTEUCCI versichert, dass schon vor ihm LIN und nachher er selbst viele Funken wahrgenommen habe, man sehr leicht erhalte, wenn man in den Strom eine wei Eisen in sich enthaltende Inductionsrolle einschalte und z Enden des Drahtes nach vorausgegangener Amalgamirung schnellen Wechsel in Quecksilber eintauche oder über eine reibe. Hieraus ergiebt sich, dass wie bei thermoelektris Säulen nicht der ursprüngliche, wohl aber der inducirte St der Fische den Funken erzeugt. Ueber die Richtung Stromes entscheidet MATTEUCCI, dass er allezeit vom Ro zum Bauche gehe, wonach also ersterer als positiver Pol betrachten sey, was mit früheren Beobachtungen übereinstim Dieses verdient sehr beachtet zu werden, wie wir sogleich s werden; auch COLLADON fand bei seinen Versuchen mit

1 Philos. Trans. 1832. p. 259. Poggendorff Ann. Bd. XXVII. S.

2 Journ. de Phys. T. II. p. 333.

3 Vetensk. Acad. Handlingar 1801. p. 122. Gilbert's Ann. Bd. S. 420.

4 Dritte Reihe u. s. w. in Poggendorff Ann. Bd. XXIX. S. 3

5 Bibl. univ. 1837. Oct. Nov. Compt. rend. 1837. P. I. p. Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 642.

6 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 291.

Digitized by Google

Zitterrochen zu Rochelle diese Regel bestätigt und erweiterte sie noch insofern, als zwei symmetrische Theile des Rückens und Bauches nie einen elektrischen Strom gaben, wohl aber zwei nicht symmetrische Puncte, wobei jedoch stets die angegebene Regel herrschte. COLLADON erhielt ferner von einem kräftigen Zitterrochen 78 Schläge während zwei Minuten, deren Folge jedoch zunehmend langsamer wurde. Der elektrische Strom des einen Fisches schien auf einen andern keine Wirkung zu äussern, was v. HUMBOLDT auch beim Gymnotus wahrnahm, ja selbst der Strom einer Säule scheint von den Fischen nach J. DAVY nicht empfunden zu werden. Zeichen am Elektrometer konnte COLLADON nicht erhalten. Durch Reizungen lassen sich bei erschöpften Zitterrochen noch Schläge erzeugen, wenigstens erfolgte noch eine starke Ablenkung der Magnetnadel, als ein sehr zerfetzter Fisch mit einem Federmesser bis ins Gehirn gestochen wurde [1]. Noch grösser ist die Zahl der vielfach modificirten Versuche, welche MATTEUCCI gleichzeitig mit einer Menge von Torpedos anstellte. Hiernach geht der Strom allezeit vom Rücken zum Bauche, und findet statt, wenn man auch die Haut des Organs weggenommen, ja selbst Schichten von der Substanz des elektrischen Apparats weggeschnitten hat; die Intensität der Entladung nimmt aber ab, wenn man die Zahl der Nervenfäden vermindert, die zum Organe führen. Drei Gran salzsaures Morphin, in den Magen des Fisches gebracht, tödteten ihn in 10 Minuten und der Tod war von ungewöhnlich starken Entladungen und Convulsionen begleitet. Am merkwürdigsten ist folgende Thatsache. Wenn man bei einem Zitterrochen, welcher durch Reizungen keine Schläge mehr giebt, das Gehirn entblösst und den letzten Flügel des Gehirns, denjenigen, von welchem die Nerven zum Organe laufen, sanft berührt, so bekommt man ungewöhnlich starke Schläge, die beständig vom Rücken zum Bauche führen; wenn man dagegen statt sanfter Berührung das Gehirn stark verletzt, so behält der Strom, obwohl gleich intensiv, nicht stets dieselbe Richtung bei. Hieraus folgert MATTEUCCI, dass die zu beiden Seiten des Gehirns liegenden Organe die Elektrici-

---

1 Compt. rend. 1836. T. II. p. 490. Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. 411.

tät nicht erzeugen, sondern nur in sich wie eine Leidener Flasche condensiren[1].

Zu den neuesten und zugleich wichtigsten Versuchen geh- ren diejenigen, welche FARADAY mit dem nach London gebrac- ten und längere Zeit daselbst lebend erhaltenen Gymnotus a- gestellt hat. Von der Stärke seiner Schläge erzählt au- SCHÖNBEIN in seiner Reise nach England; sie wurden erhalten, wenn man die eine Hand nahe am Kopfe, die andere nahe a- Schwanze aufsetzte, und nahmen mit der Entfernung der Hän- von einander zu. Bei Anwendung zweckmässiger Apparate er- hielt die Galvanometernadel starke Abweichungen, auch wurd- Stahlnadeln in einer Schraubenwindung in der Art magneti- dass sich daraus die Richtung des Stromes vom oberen Th- des Fisches nach dem Schwanze ergab. Das Iodkalium wu- zerlegt. Wärmeerregung konnte indess nicht wahrgenom- werden, sehr deutlich aber die Funken, als eine Inductionsr- eingeschaltet und die Schliessung der Kette durch zwei üb- einander geriebene Feilen bewerkstelligt war, um die B- rührungen in schnellem Wechsel zu erneuern und den Aug- blick der Strömung zu erhaschen. Die Stärke des Schla- ist sehr bedeutend und kommt nach einer der Natur der Sa- gemäss nur unvollkommenen Messung einer stark gelade- Batterie von 5 Flaschen mit 3500 Quadratzoll innerer u- äusserer Belegung gleich. Die elektrische Erschütterung v- breitet sich durch das den Fisch umgebende Wasser, und m- fühlt daselbst an einzelnen Stellen leichte Erschütterungen, - durch Verbindung von zwei Puncten zunehmen und bei der B- rührung des Fisches dicht am Kopfe und gegenüber am Schwa- den höchsten Grad der Stärke haben. Es scheint, als ob - Fisch seine vier Organe einzeln und in Verbindung, bis zu - aller vier, in Thätigkeit setzen könne, und dabei ist er s- der erzeugten Wirkung bewusst, denn wenn er mit Isolator- berührt wurde oder auch mit den Enden der Multiplicator- so gab er nur einen oder zwei Schläge, den Händen dage- ertheilte er mehrere schnell auf einander folgende. Muntere u- etwas grössere Fische umgab er mit einer Art von Bogen, i- dem er sich krümmte, und der erfolgende Schlag betäubte -

---

1 Compt. rend. 1836. P. II. p. 430. Poggendorff Ann. XXX- S. 485. Vergl. BECQUEREL in Traité d'Electr. T. IV. p. 264.

Digitized by Google

gänzlich, so dass sie seine Beute wurden, kleinere matte verzehrte er ohne Schlag [1].

Fistel- oder **Falsett-Töne.** VIII. 379.
Fixsterne. Parallaxe. I. 21. Entfernung. 277. 278. Beschaffenheit. IV. 322. X. 1365. scheinbare Bewegung. IV. 323. Grösse oder scheinbarer Glanz. 324. Farbe. 325. X. 1448. wahre Entfernung. IV. 326. Zahl. X. 1365. Anordnung. IV. 380. X. 1373. eigene Bewegung. IV. 333. Doppelsterne. 336. veränderliche. 341. neu zum Vorschein gekommene. 345.
Fixsternsystem. X. 1374. 1376.
Fixsternverzeichnisse. IV. 346.
Fläche. Prinz'sche. I. 890*. lichtbrechende. 1129. ebene. III. 64. schiefe. 65.
Flächenabstossung. IV. 353. **Flächenanziehung.** I. 339. 343. II. 119. IV. 353. **Flächenkraft.** II. 122. IV. 350. 1073.
Flageolettöne. VIII. 192.
Flamme. Leiter der Elektricität. VI. 182. 196. Leuchten s. **Licht.** VI. 230. **Wärme.** X. 306. 317.

Zus. Von grosser Lichtstärke ist das sogenannte Drummond'sche Licht (nach seinem Erfinder DRUMMOND benannt), welches ursprünglich durch das Blasen der Weingeistflamme mittelst eines Stromes Sauerstoffgas gegen Erden, namentlich Kalkerde, erhalten wurde [2], statt dass man später sich der Knallgasflamme und der Kreide bediente und es auf Leuchtthürmen, hauptsächlich aber bei Mikroskopen benutzte [3]. PFAFF hat dieses Licht mit verschiedenen andern Flammen verglichen [4].

Flasche, Bologneser. III. 174.
Flasche, elektrische. IV. 354. Verfertigung und Einrichtung. 355. Ladung. 366. Entladung und gleichzeitige Erschütterung. 377. stille Entladung. 379. Vertheilung der Flaschenladung. 380. Residuum. 381. 382. 411. Entladung durch Personen. 384. durch beliebig lange Drähte. 385. Geschichtliches. 395. Theorie. 402. Gesetz der allmäligen Entladung. 407. Wirkung der Flaschenschläge. 413. Erklärung nach FRANKLIN. 421.
Flaschenbarometer. S. **Barometer.** I. 766.
Flaschenelektrometer CAVALLO's. III. 652. 654. 664.

1 FARADAY's funfzehnte Reihe in Philos. Trans. 1839. Poggendorff Ann. Ergänz. S. 385.

2 Ann. of Phil. N. S. T. XI. p. 451. Poggendorff Ann. Bd. VII. S. 120.

3 L'Institut. N. 67. p. 274.

4 Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 547.

Digitized by Google

Flaschenzug. IV. 430. verschiedene Arten des einfachen oder ge-meinen. 430—435. Potenzflaschenzug. 436. Theorie derselben.
Flaumfeder, elektrisch bewegte. III. 307.
Flechtenstärkemehl. IX. 1713.
Flecken auf dem menschlichen Körper durch Blitz erzeugt. I. III. 770.
Fliegen. Der **Flug.** IV. 442. nach Borelli. 442. nach Fuss. nach Prechtl. 456. Anwendung auf den Flug der Vögel. Flug des Adlers. 464. Schweben der Vögel. 465. Einfluss Schwanzes. 466. erreichte Höhe und Schnelligkeit. 467. Einf. der Luftbehälter. 467. Flug der Insecten. 468. das dabei ent-dende Summen. 469.
Flintglas. dessen Bestandtheile. 470. Lichtbrechungsvermögen. —475. Vergl. VI. 447.
Flötz. III. 1103. **Flötzkalk.** Felsart. III. 1088.
Florizin. IX. 1712.
Flügelwelle bei Windmühlen. X. 2221.
Flüssigkeit. IV. 475. Zustand der tropfbaren. 476. Flüssigke nehmen andere Körper auf. 480. Ursache der Flüssigkeit. 482. tere Hypothesen. 484. Link's Hypothese. 488. Laplace's. 492. wendung derselben auf Erscheinungen. 492. Verhalten des Sch fels. 498. des Kalkes. 501. des gefrierenden Wassers. 503. Hy-these der Dynamiker. 506. Seeber's. 510. specifisches Gew der tropfbaren Flüssigkeiten. 1517—1534. Tabelle darüber. 1536. Verbreitung derselben über einander. I. 199. dringen d Thierblase. 200. deren elektrisches Leitungsvermögen. IV. und specifische Wärme. X. 764—777. Ausdehnung der Flüssigk ten. I. 585. X. 902.
Flüssigkeiten des Auges. I. 545. wässerige. 545. Morgagni's 548. gläserne. 549.
Flüssigkeiten, elastische oder expansible. S. **Gas.** Ausdeh derselben durch Wärme. I. 625. X. 932.
Flüssigkeitswärme. X. 842. S. **Wärme.**
Flüssigwerden durch Wärme. X. 972.
Flüstergallerie. VIII. 467.
Flugmaschine. IV. 516. von Zachariä. 516. von Degen. 517.
Flugrad, Flugrädchen. für erhitzte Luft. I. 271. durch ein-mende Luft bewegt. S. **Pneumatik.** VII. 691. elektrisch VIII. 951.
Fluidität. IV. 1015. 1016.
Fluidum, elektrisches. III. 233. fortleitendes nach de Luc. 355. nanntes deferens. 764.
Fluor. IV. 518. Flusssäure und deren Aetzen in Glas. 519. Fluor-ron. 521. Fluormetalle. 521. Fluortantal. IX. 89. Fluortellur. Fluorborondampf. X. 1114. Fluorsiliciumdampf. X. 1114.
Fluss. IV. 522. X. 982. Strassburger. IV. 522. reducirender schw-zer und weisser. 523.

Digitized by Google

uss. S. **Strom.** VIII. 1173. Veränderungen der Erdoberfläche durch sie. IV. 1324.
usssäure. Aetzen in Glas. IV. 515.
uth. III. 3. Fluthhöhe. 5. taube Fluth. 5. Fluthstrom. 7. Springfluth, Zenithfluth, Nadirfluth. 15. Solstitialspringfluth. 48. Aequinoctial-Nippfluth. 48. allgemeine grosse. S. **Geologie.** IV. 1293. ...chrische. 1321.
...rus. I. 1214. 1216.
...hn. Fortsetzung des Sirocco. X. 1913.
...lge der Zeichen. IV. 523. zur Bezeichnung der rechtläufigen und rückläufigen Bewegung. 524.
...liren der Spiegel. I. 177.
...lis, aërostatischer. I. 263. hydrostatischer. S. **Heber.** V. 137. **Hydrostatik.** 582.
...ntaine. S. **Springbrunnen.** VIII. 962. im leeren Raume. I. 266.
...ntainen. eigenthümliche Erscheinungen bei Seen. S. **See.** VIII. 740.
...m des Elektrophors. III. 730. 731.
...meln, chemische, zur Berechnung der Atomgewichte. IX. 1916.
...sätze, strahlenförmige, des Auges. I. 533.
...tschreitung, diatonische, chromatische, enharmonische. VIII. 331.
...nklin'sche Röhre oder **Pulshammer.** X. 1044.
...n, unsichtbare. VIII. 456.
...ction. S. **Reibung.** VII. 1366.
...ctionsrollen. VII. 1378.

Zus. Sie wurden von Casatus, Sturm, Wolf, Sully und ... von der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts an gebraucht[1].

...esland. angeblich untergegangene Insel. IV. 1315.
...scheisen. III. 158.
...tte. S. **Natrium.** VII. 11.
...schpräparat als Elektrometer. IV. 545. 716 u. s. w.
...st. Nacht- und Morgenfröste. IV. 526. **Frostdampf.** III. 142. IV. 527.
...chteregen. VII. 1227.
...hling. IV. 527. **Frühlingsnachtgleiche.** 528. **Frühlingspunct.** 528. VIII. 901.
...ndlinge. Erratische Blöcke. III. 1078. IV. 1297.

Zus. Ueber die des Schwarzwaldes und ihren erweislichen Transport durch Wasserströmungen hat Frommherz ... interessante Aufklärungen mitgetheilt[2]. Gründliche all-

1 Jones in Mech. Magaz. 1830. N. 365. p. 392.
2 Dessen Diluvialgebilde des Schwarzwaldes. 1842.

Digitized by Google

gemeine Untersuchungen findet man in B. Studer's neue
Werke [1].

Fulgurit. I. 1093.

Fulgurometer. III. 407. 409.

Fundamentalelektrometer von de Luc. III. 659.

Fundamentalversuch Volta's. IV. 581. S. **Galvanis**

Funicularmaschine. Seilmaschine. S. **Potenz.** VII. 897.

Funke, elektrischer. III. 278. 279. dessen Leuchten. X. 2144.
fache für medicinische Elektricität. III. 396. IV. 529. Erfah
über Farbe, Glanz und Geräusch. 530. ramificirter. 531. ge
gelter, zickzackförmiger. 532. ungleiches Licht desselben. 533
fluss des Mediums. 536. Länge 539. Theorie. 540. Geschicht
545. S. **Elektricität** und **Schlag.**

Funke, galvanischer. IV. 547. Länge desselben. 923. zeigt s
mephitischen Gasen und unter Wasser. 924. S. **Galvanis**

Zus. Dass der elektrische Funke mit einer ge
Platzung verbunden sey, wusste man lange. Inzwisch
Adria die Linien oder Streifen untersucht, die sich auf I
bilden, welche mit feinen Pulvern bestreut sind, wenn de
trische Funke in mässiger Entfernung über sie hinstreich
die mit denjenigen Linien Aehnlichkeit zu haben scheine
sich bilden, wenn ein die Verkalkung nicht vollständig
kender Flaschenschlag durch einen Streifen Blattgold zw
Glasplatten geleitet wird. Zu den mit feinem Pulver
bepuderten Platten können Glas, Marmor, Holz, Pappe u
dienen, nur müssen sie einigen Widerstand leisten, wes
sich Strohpapier, Seidenzeug u. a. dazu nicht eignen; al
ver dienen Magnesia, Lycopodium, Kreide, Gyps, Schwe
Kohle, feines Eisenfeilicht, doch haben Kreide oder fein
verter Schwerspath den Vorzug, weil man bei schwerere
vern mehrere Entladungen zur Erzeugung der Linien
die zu feinen aber durch den geringsten Luftzug
werden. Die Linien kommen auch im luftverdünnten
zum Vorschein und zwar bei Anwendung der Magnesi
unter einem Luftdruck von 2 Millim., die Kreide
zeigt sie nicht mehr bei 5 oder 6 Millim. Die Versuc
lingen auch in Kohlensäure und Wasserstoffgas, doch
man im ersteren Falle mehrerer Entladungsschläge; inzw
genügen die angestellten Versuche nicht, um den Einfl

1 Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologi
Bd. I. S. 192. 272.

Digitized by Google

verschiedenen Gase genau zu bestimmen. Haben die Spitzen des allgemeinen Entladers 15 Millim. Abstand von einander und 30 Millim. von der bepuderten Scheibe, so zeigt der Staub nach der Entladung einer bis zur Sättigung geladenen Flasche in der der Projection des Funkens entsprechenden Gegend nichts Besonderes, ringsum aber sieht man äusserst zarte Linien, ziemlich nahe bei einander, weiterhin sind sie schärfer, ihre Zwischenräume wachsen, nehmen aber weiter hin wieder ab, bis die Linien ganz verschwinden. Sie erstrecken sich hauptsächlich in der Richtung senkrecht auf die Verbindungslinie der Spitzen, scheinen den Ellipsen ähnlich, zeigen sich aber bei genauerer Untersuchung von mehr zusammengesetzter Form. Ohne auf die vielfachen Modificationen dieser Linien einzugehen, verdient nur bemerkt zu werden, dass die Abstände derselben wachsen und sie sich weiterhin verbreiten, wenn man die Platten nähert, und dass das umgekehrte Verhalten stattfindet, wenn man diese weiter entfernt. Bringt man statt der Spitzen Kugeln in Anwendung, so erstreckt sich die Wirkung weiter, behält aber ihre sonstigen Eigenthümlichkeiten bei.

Die Ursache dieser Erscheinungen setzt ADRIA in einen Stoss, welchen die Luft während der Explosion erleidet, und einen darauf folgenden Rückprall, wenn die Luft aus den umgebenden Puncten herbeiströmt, um das entstandene partielle Vacuum auszufüllen, wobei zugleich eine Art Undulation entstehen soll. Als Beweis hierfür dient unter andern, dass die Linien gleichfalls zum Vorschein kommen, wenn man eine mit Knallgas gefüllte Halbkugel von Seifenwasser auf einer bepuderten Platte anbringt und diese anzündet, oder mittelst der Explosion einer kleinen Menge Knallsilber eine Lufterschütterung erzeugt, was schon bei der gewöhnlichen Knallerbsen geschehen kann[1].

Die unglaublich kurze Dauer des elektrischen Funkens ist bereits (s. **Elektricität**, WHEATSTONE's Versuche) erwähnt. DOVE hat gezeigt wie man dieses und zugleich bei welcher Stellung des Ankers einer schnell gedrehten Saxton'schen Maschine beobachten kann; denn wenn man den Versuch im Dunkeln anstellt, so scheint der Anker wegen der momentanen Erleuchtung in der erforderlichen Lage stillstehend[2].

---

[1] Ann. de Chim. et Phys. T. LXXIV. p. 186. Poggendorff Ann. Bd. III. S. 589.

[2] Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 274.

Funkeln der Sterne. IV. 547.
Fuselöl. IX. 1705.
Fuss, ägyptischer. VI. 1231. jüdischer. 1237. arabischer. 1237. chischer. 1242. römischer alter. 1248. französischer. 1271. scher. 1295. wiener. 1313. rheinländischer. 1324. schwe 1334. dänischer. 1339. russischer. 1346. würtembergischer baierscher. 1365. hessischer. 1370. badischer. 1374. rö neuer. 1386. portugiesischer. 1387. spanischer. 1389.

G.

Gabbro. Felsart. III. 1083. 1086.
Gährung. IV. 3. die weinige und geistige, saure oder Essigg die Zuckergährung. 553.
Galaktometer. IV. 553.
Galibi. Versteinerte Menschen. IV. 1299.
Gallenbraun. IX. 1720. **Gallenfett.** IX. 1707. **Gallen** IX. 1717.
Gallerte. IX. 1717.
Gallone. Englisches Flüssigkeitsmass. VI. 1309.
Gallussäure. IX. 1698.
Galvanismus. IV. 554. Geschichte. 556. GALVANI'S Entd 558. VOLTA'S Widerspruch gegen die Theorie. 560. Umg der Ansicht. 568. DAVY'S Erweiterungen. 571. Einfache sche Kette und dahin gehörige Thatsachen. 573. VOLTA'S mentalversuch. 575. durch Andere wiederholt. 581—589. und deren Spannungsreihe. 590. trockne. 591. Versuche Froschpräparate. 595. feuchte Erreger. 615. verschiedene Volta'schen Ketten. 649. chemischer Process in der galv Kette. 652. Metallvegetationen. 658. chemischer Process i aus einem trocknen und zwei feuchten Erregern. 669. Wä bindung durch Schliessung der Kette. 689. WOLLASTON'S 690. HARE'S Calorimotor. 692. CHILDREN'S Deflagra Einfluss des galvanischen Stromes auf die Magnetnadel. 6 vanische Reizerscheinungen. 701. Eisen verstärkt diesel Ketten aus zwei Erregern der ersten Classe und einem th Körper. 712. Schliessungs- und Trennungszuckungen. 717. galvanische Erscheinungen. 728. 766. Nervenreiz durch Galv 734. Theorie, ältere. 741. namentlich v. HUMBOLDT'S. 742 TA'S. 747. Elektromotoren und Spannungsunterschied. 749. same Ketten. 756. Bedingung der Stärke des elektrischen 758. Anwendung der Volta'schen Theorie auf die Ersch bei thierischen Körpern. 759. auf die chemischen Wirkung auf Wärmeentbindung. 785. und Erzeugung des Magnetism Wirkung der feuchten Leiter nach VOLTA. 788. nach RITT nach DAVY. 810. nach JÄGER. 813. POHL'S dynamische The

Digitized by Google

Vervielfachte oder zusammengesetzte Kette; Volta'sche Säule. IV. 824. Phänomene der offenen. 827. Zunahme der Spannung. 829. elektroskopische Erscheinungen der einseitig abgeleiteten. 834. Versuche mit dem Condensator. 842. unvollkommen geschlossene Säule. 845. vollkommen geschlossene. 851. aus zwei Metallen und einer Flüssigkeit. 852. aus einem Erreger der ersten und zwei Erregern der zweiten Classe. 855. aus blossen Erregern der zweiten Classe. 857. zweigliedrige Säulen. 858. chemische Wirkungen der zusammengesetzten Säule. 866. Polarisirung der Zersetzungsdrähte. 879. Menge der erhaltenen Gase. 883. Bedingungen, welche auf diese Mengen einen Einfluss ausüben. 885—898. eintretende Schwankungen. 897. Gasentbindung hört auf unter achtfachem atmosphärischem Drucke. 898. Gleichzeitige Säurebildung. 898. PACCHIANI's vermeintliche Bildung der Salzsäure. 901. widerlegt durch DAVY. 902. die Wirkungen der zusammengesetzten Säule sind von äussern Umständen abhängig. 902. Zersetzungen sonstiger Substanzen. 907. und Ansammeln derselben an den Polardrähten. 910. die Zersetzung erstreckt sich auch auf die feuchten Zwischenleiter. 913. Unterbrechung des feuchten Leiters durch einen Leiter der ersten Classe. 916. chemische Wirkungen in der offenen Säule. 918. Wärmeentwickelung bis zur Verbrennung durch die zusammengesetzte Säule. 921. hängt ab von der Zahl der Plattenpaare. 924. der grösseren Oberfläche. 926. dem feuchten Leiter. 929. physiologische Wirkungen der zusammengesetzten Säule. 931. ungleiche der beiden Pole. 934. Geschwindigkeit der Fortpflanzung des elektrischen Stromes. 938. Bedingungen, welche diese Wirkungen modificiren. 940—948.

Theorie der zusammengesetzten Säule. IV. 948. VOLTA's. 949. geprüft durch die grossen Ladungsversuche im Teyler'schen Museum zu Harlem. 958. namentlich hinsichtlich der grossen gegebenen Menge der Elektricität. 962. Einwürfe gegen dieselbe aus der In-[illegible]ung von Metallplatten in den Strom der Säule. 966. aus der Verbindung von zwei Kupferplatten mit einer eingeschlossenen Zinkplatte. 972. aus dem Verhältniss der Oxydation der Platten zur Wirksamkeit der Säule. 976. JÄGER's Theorie. 977. abgeändert durch SCHOLZ. 982. PARROT's Oxydationstheorie. 987. modificirt durch BECQUEREL. 991. und POHL. 992. SCHWEIGGER's Vervielfachungstheorie. 998. Anwendung der einfachen Säule zur Sicherung des Kupferbeschlags der Schiffe. 1005. gegen die Epilepsie. 1009.

Zus. Die (S. 898) aufgestellte Behauptung von PFAFF, wonach die Gasentwickelung bei einem Drucke von acht Atmosphären aufhören soll, ist durch JACOBI widerlegt, indem er fand, dass sie auch bei stärkerem noch fortdauert [1]. Der Beachtung sehr werth sind die Versuche von EDMUND BECQUEREL [2],

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 51.
2 Becquerel Traité de Physique u. s. w. T. I. p. 450.

Digitized by Google

wonach ein elektrischer Strom entsteht, wenn Gold- oder tin-Drähte in zwei durch eine feine Membrane geschiedet theilungen einer gleichen Flüssigkeit getaucht werden, a ren eine die chemisch wirkenden Lichtstrahlen fallen. F kenswerth sind nicht minder die Versuche von MARIANINI[1] nach mehrere elektrische Ströme, die, sich durchkreuzend, die nämliche Flüssigkeit geleitet werden, sich nicht

FARADAY'S Leistungen in der Lehre vom Galvanismus von bereits oben (s. **Elektricität**) die Rede war, b sich hauptsächlich auf Folgendes. Zuerst zeigt er, dass ser nicht der einzige Körper sey, welcher zwischen M einen elektrischen Strom giebt, wie H. DAVY[2] anfangs be tete und diese Eigenschaft später noch auf Bleiglätte und saures Kali, beide geschmolzen, ausdehnte[3], sondern dass Salpeter, chlorsaures Kali, kohlensaures Kali, schwefel Natron, Blei-, Natrium-, Wismuth-, Calcium-Chlorid, Ble Wismuthoxyd und Bleioxyd, sämmtlich im geschmolzene stande, zwischen Platin und Kupfer, phosphorsaures N salpetersaures Silberoxyd oder Chlorsilber zwischen Plati Eisen, einen galvanischen Strom geben. Wichtiger al die Theorie der elektrischen Wirksamkeit, die er schon fünften Reihe seiner Untersuchungen aufstellt, weil sich die meisten seiner folgenden Versuche beziehn. Zuerst er er die Theorieen von GROTTHUSS[4] und H. DAVY[5], wona Zersetzungen an den Enden der Polardrähte durch Anzi und Abstossung bewirkt werden; von RIFFAULT und CHO wonach die Zersetzungen auf der ganzen Bahn des elektr Stromes durch die Flüssigkeit erfolgen, indem der negati die Säuren zum positiven Pole führe und umgekehrt; von welche im Ganzen mit der von GROTTHUSS übereinstimm von DE LA RIVE[8], welcher den Zersetzungsprozess als ei

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 131. Poggendorff A XVIII. S. 276.
2 Elements of chemic. Phil. p. 169.
3 Phil. Trans. 1826. p. 406.
4 Ann. de Chim. T. LVIII. p. 66. T. LXIII. p. 20.
5 Philos. Trans. 1807. p. 29. 1826. p. 383.
6 Ann. de Chim. T. LXIII. p. 83.
7 Précis élém. 3me éd. T. I. p. 636.
8 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVIII. p. 190.

Digitized by Google

ndtschaftsspiel zwischen den Elektricitäten und den Atomen trachtet, indem der Strom des positiven Poles den Sauerstoff er die Säure frei mache, sich mit dem Wasserstoff oder den sen verbinde und durch die Flüssigkeit zum negativen führe, s er in das Metall eindringe, während gerade das umgekehrte halten am negativen Pole stattfinde. Die im Strome lie- nden Theilchen der Flüssigkeit werden nicht zersetzt, son- rn dienen bloss zur Leitung der zwischen beiden Polen strö- nden Elektricität. Diesen Theorieen setzt FARADAY als Ar- ment entgegen, dass eine Zersetzung auch dann erfolgt, wenn n in der Luft gehaltene zugespitzte, mit einer Salzlösung tzte, Papierstreifen dem Conductor der Elektrisirmaschine ern (s. oben **Elektricität**), sofern doch die Luft unmög- einen anziehenden oder abstossenden Pol bilden könne, und n neuen sinnreichen Versuch, worin Wasser die Stelle der vertrat. Ein 4 Z. hoher und ebenso weiter Glascylinder Fig. 14. durch eine Scheidewand a von Glimmer, die 1,5 Zoll tief bging und an den Seiten wasserdicht schloss, in zwei Hälf- getheilt. An der einen Seite ging das Platinblech b herab wurde durch den Glasklotz c festgehalten. Der untere Raum zur Mitte enthielt eine starke Lösung von schwefelsaurer gnesia, die so vorsichtig eingegossen war, dass kein Anhän- n von Tropfen derselben an den Wandungen stattfand. Auf Fläche der Flüssigkeit an der anderen Seite c wurde eine ne Korkscheibe gelegt und mittelst derselben vorsichtig, e Strömungen zu erzeugen, reines Wasser aufgegossen, bis an den Rand. Beide Flüssigkeiten standen scharf ab- chnitten ruhig über einander. Als darauf das rechtwinklig ogene Platinblech e dicht unter die Oberfläche des Wassers acht und die Drähte beider Platinbleche mit den Polen ei- kräftigen Volta'schen Säule verbunden worden waren, bildete ein über die Fläche der Lösung in das reine Wasser ein- nder Niederschlag, und nach hinlänglich langer Zeit zeigte Platinplatte e nicht die geringste Spur eines vorhandenen ali, die Platte b aber gab die deutlichsten Zeichen vorhan- er Säure.

FARADAY meint, die Luft und die Wasserfläche könnten un- glich einen Pol mit anziehenden und abstossenden Kräften eben, die mit der Entfernung an Intensität abnehmen und der Mitte sich neutralisiren, wonach also die erwähnten

Digitized by Google

Theorieen widerlegt seyen. Hiergegen lässt sich aller nichts einwenden, allein wenn man überall ein eigentliches men eines elektrischen Fluidums annimmt, so verändert dadurch die ganze Ansicht der Wirksamkeit desselben alsdann muss dasselbe nothwendig aus einer gegebenen wenn auch nur in die Luft sich verbreitend, ausströmen sich in dem genäherten Körper wieder concentriren, w dann ohne Beihülfe der Luft den zweiten Pol bildet; der Versuch aber vermag De la Rive's Theorie nicht zu wi gen, wonach eine Strömung durch die gesammte zwisch gende Flüssigkeit stattfindet, in welcher die sich berühr Flächen beider Flüssigkeiten eine Grenze bilden, an w die zersetzende Kraft wechselt, so dass die getrennte M nur bis zu dieser geführt werden kann. Wir wollen ab ter sehen, welche Theorie auf die Resultate dieser Ve gegründet wird, und da diese die Grundlage der späte allgemein angenommenen sogenannten chemischen Th der hydroelektrischen Säule im Gegensatze der Cont Theorie geworden ist, so verdient sie in ihrer We genau aufgefasst zu werden, um über ihre Zulässigkeit gend zu urtheilen.

Niemals ist, sagt Faraday, das elektrische Fluidum (er es influence) in seine Theile zerlegt worden, und e sich vielleicht am besten betrachten als die Axe einer k die nach entgegengesetzten Richtungen g gleich starke aber entgegengesetzte Wirk ausübt. Die elektrochemische Zerlegung insbesonde her von einer Kraft, die entweder der gewöhnlichen che Affinität der vorhandenen Körper hinzutritt, oder dieser R verleiht. Der zersetzte Körper erscheint als eine Mass kender Theilchen, von denen alle die, welche im Lauf elektrischen Stromes liegen, zu der Endwirkung beitrage indem die chemische Affinität durch den Einfluss des e schen Stromes dessen Laufe parallel in der einen Ri verringert, geschwächt oder theilweise neutralisirt, in d dern verstärkt und unterstützt wird, so erhalten die ver nen Theilchen eine Neigung, entgegengesetzte Wege einz gen. Der Effect hängt wesentlich ab von der entgegen ten chemischen Affinität der Theilchen entgegengesetzt Dabei wird nicht vorausgesetzt, dass die thätigen Th

Digitized by Google

einer geraden Linie zwischen den Polen liegen. Die Wir-gslinien, welche man als Repräsentanten der eine zu zer-ende Masse durchlaufenden elektrischen Ströme ansehen kann, oft, und selbst wenn zwei Spitzen in eine Flüssigkeit ein-ucht werden, sehr unregelmässig und divergiren sehr stark. auf einander wirkenden Theilchen müssen mit ihnen nicht ndig parallel liegen, doch wird dann der Effect ein Maxi-n. Werden z. B. Drähte als Pole in einem mit einer Lösung llten Gefässe angewandt, so erfolgen die Trennungen und mmensetzungen auch rechts und links von der geraden e zwischen ihnen, überhaupt allenthalben, wohin die Ströme erstrecken. Die Theorie erfordert endlich die Annahme, die elementaren Theilchen eines zu zersetzenden Körpers n Einfluss auf einander ausüben, der sich über diejenigen s erstreckt, mit denen sie in unmittelbarer Berührung ste-So muss z. B. für das Wasser angenommen werden, dass mit einem Sauerstofftheilchen verbundenes Wasserstofftheil-sich gegen andere Sauerstofftheilchen, obgleich diese mit ren Wasserstofftheilchen verbunden sind, nicht ganz indiffe-verhalte, sondern eine Verwandtschaft oder Anziehung ge-sie äussere, welche zwar geringer ist als die, welche es ein eigenes Sauerstofftheilchen bindet, dennoch aber diese r einem in bestimmter Richtung stattfindenden elektrischen lusse wohl gar übertreffen kann. Die Effecte sind demnach betrachten als aus inneren, den zu zersetzenden Körpern hörenden Kräften entsprungen, nicht aus äusserlichen, von Polen ausgehenden. Hiernach sind die Wirkungen die e einer durch den elektrischen Strom hervorgebrachten derung der chemischen Verwandtschaft der in oder neben Strome liegenden Theilchen, wodurch diese das Vermögen gen, in einer Richtung stärker zu wirken, als in einer n, und demgemäss durch eine Reihe von Zersetzungen Wiederzusammensetzungen in entgegengesetzten Richtungen eführt, endlich aber an den in der Richtung des Stromes nden Grenzen des zu zersetzenden Körpers ausgetrieben erden. Die sogenannten Pole sind bloss die Oberflächen Thüren, durch welche die Elektricität zu den zu zersetzen-Substanzen ein- oder austritt; Metalle eignen sich am be-wegen ihrer starken Leitung und weil sie als starr nicht telbar übergeführt werden, Wasser ist wenig leitend, mit

Digitized by Google

den meisten Substanzen mischbar und aus Elementen bestehe welche in ihren elektrischen und chemischen Beziehungen e ander direct und stark entgegengesetzt sind, in ihrer Verb dung aber den neutralsten Körper unter allen bilden. Da wird die Uebertragung einer überwiegenden Menge von K pern, die sich in ihm gelöst in den elektrischen Strom b gen lassen, von der Uebertragung des Wassers oder seiner standtheile unterstützt oder begleitet, weswegen denn die geschiedenen Substanzen so selten an der Fläche des Was liegen bleiben und dieses sich zu einem Pole nicht eig Gase endlich leiten zu schlecht und sind daher für galvani Elektricität nicht anwendbar[1].

FARADAY'S weitere zahlreiche Untersuchungen bezwec vorzugsweise zu beweisen, dass seine Theorie die allein ri tige sey, wonach die zerlegende Kraft der Elektricität ni an den Polen, sondern in den zersetzt werdenden Körpern li indem Sauerstoff und Säuren zum negativen Ende eines chen Körpers gemacht werden, wenn sich Wasserstoff und talle am positiven Ende entwickeln. Der im Experimen ausnehmend geübte Britte hat eine ungewöhnlich zahlr Menge von ihm beobachteter elektrochemischer Zerlegu mitgetheilt, woraus man die getrennten Bestandtheile nebs Art und den Gesetzen, wonach die Zerlegungen erfolgen, nen zu lernen Gelegenheit hat. Unter andern prüfte er b Verbindungen, um zu ermitteln, ob ein aus den Aequival der Elemente zu entnehmendes Gesetz der Zersetzbarkeit s finde, was dann mit der von H. DAVY[2] aufgefundenen, von ZELIUS erläuterten Theorie zusammenfallen würde, wonach chemische Verwandtschaft bloss das Resultat der elektris Anziehungen der Körpertheilchen ist. Zu den Resultaten hört ferner noch das namentlich für die Wassserzersetzung gefundene Gesetz, dass die Menge der in einer gegel Zeit erzeugten Gase allezeit der Quantität der durchstr den Elektricität proportional sey, worauf sich das von ihi fundene Volta-Elektrometer oder Voltameter gri Wir übergehen hier eine nähere Betrachtung der aufgef nen genaueren Bestimmungen, ob die durch Zersetzung

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXII. S. 401.
2 Phil. Trans. 1807. p. 32. 1826. p. 387.

Digitized by Google

tenen Substanzen primäre oder secundäre sind, indem man unter den letzteren diejenigen versteht, welche vor ihrem Auftreten an den Elektroden verändert werden. Die Versuche, zunächst bestimmt, die den Atomen der Körper zukommenden absoluten Mengen der Elektricität auszumitteln, führten zu dem wichtigen Gesetze, dass die Elektricität, welche eine gewisse Menge von Substanz zersetzt, und die, welche bei der Zersetzung derselben Menge entwickelt wird, einander gleich sind[1].

In der achten Reihe seiner Untersuchungen beschäftigt Faraday sich zuerst mit den Wirkungen der einfachen Volta'schen Säule und theilt dabei eine Menge interessanter Thatsachen mit, die aber zu gross ist, als dass es geeignet wäre, sie hier aufzunehmen. Unter anderem fand er, dass die Körper in folgender Reihe eine zunehmend grössere Intensität des elektrischen Stromes zu ihrer Zersetzung bedürfen: Iodkaliumlösung, geschmolzenes Chlorsilber, geschmolzenes Zinnchlorür, geschmolzenes Chlorblei, geschmolzenes Iodblei, Salzsäure durch Schwefelsäure, gesäuertes Wasser. Vorzugsweise geht sein Bestreben dahin zu zeigen, dass der Metallcontact keineswegs zur Erzeugung eines elektrischen Stromes erforderlich sey, dass vielmehr die von ihm aufgestellte Theorie alle Erscheinungen besser erkläre. Da die Gegner dieser Hypothese seitdem alle von ihm als beweisend aufgestellte Phänomene auch aus der Contacttheorie erklärt haben, so ist es zweckmässiger, diese Frage für sich mit Berücksichtigung der von beiden Seiten als vorzugsweise beweisend aufgestellten Thatsachen und mit Weglassung der minder bedeutenden übersichtlich zusammenzustellen, und es möge daher genügen, hier nur die eine Thatsache herauszuheben, welche, wenn sie wahr wäre, allerdings den Beweis liefern würde, dass der elektrische Strom eine Folge des Chemismus sey. Faraday behauptet, dass ein Verbindungsdraht zwischen einer Platin- und Zinkplatte, wenn beide in ein Gefäss mit Säure getaucht sind, schon früher einen elektrischen Funken gebe, wenn er mit der einen der Platten verbunden sey, als er die andre berühre; allein diese auf mangelhafte Beobachtung gestützte Behauptung ist seitdem genügend widerlegt. Am beweisendsten sind ohne

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIII. S. 306. 433. 481.

Zweifel die Versuche JACOBI's[1], welcher folgerecht argume-
tirte, es müsse ein fortdauernder Luftstrom entstehen könn
wenn der Funke in messbarer Entfernung überspränge, und d
her einen eigenen Apparat construirte, vermittelst dessen zw
Drahtenden oder Kugeln auf bestimmte, mikrometrisch gem-
sene Entfernungen gebracht werden konnten. Hier fand
sich dann, dass weder ein Funke, noch ein durch ein fei
Galvanometer messbarer Strom entstand, so lange der Absta
der Metalle noch 0,00005 eines englischen Zolles betrug. D
Resultate dieser Versuche haben FARADAY vermocht, sei
Behauptung zurückzunehmen. Uebrigens vermochte DRA
selbst in der Torricelli'schen Leere ohne wirkliche Berührung nic
einen sichtbaren Funken zu erzeugen[2]. Ist aber der Fun
einmal vorhanden, dann dauert er bekanntlich in Folge der v
den Körpern fortgerissenen Substanzen fort, ja man kann
auch ursprünglich erregen, wenn man durch die beiden g
näherten Polardrähte einen Flaschenschlag leitet[3]. Auch na
GASSIOT kommt bei $\frac{1}{1000}$ Zoll Abstand noch kein Funke zum V
schein[4]. Die Versuche mit der zusammengesetzten Volta'sc
Säule führten unter anderm zu dem Resultate, dass es vorth
haft sey, statt des blossen Zinkes das durch KEMP empfohl
Zinkamalgam[5] oder die durch STURGEON vorgeschlagenen am
gamirten Zinkplatten, die seitdem sehr allgemein in Gebrau
gekommen sind, in Anwendung zu bringen. FARADAY unte
suchte das hierdurch bedingte, anscheinend widersprechende V
halten des Zinks, sofern es stärker elektrochemisch wir
wenn es von der Säure weniger angegriffen wird, mit gewö
ter Genauigkeit (§. 863), und fand, dass das amalga
Zink um einen proportionalen Theil durch aufgenomme
Sauerstoff schwerer wird, als das am negativen Metalle e
wickelte Wasserstoffgas beträgt. Bei nicht amalgamirtem Z
entblösst die Säure auf dessen Oberfläche eine beträchtli
Menge Kupfer, Blei, Kadmium und sonstige Metalle (etwa au
Kohle?), welche die Wirkung hindern und die starke E

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 633.
2 S. Lond. and Edinb. Philos. Mag. T. XV. p. 349.
3 Sturgeon's Annals of Electricity. T. III. p. 507.
4 Philos. Trans. 1841. p. 183.
5 Edinb. Philos. Journ. 1828. Oct.

Digitized by Google

wickelung des Wasserstoffgas auf ihrer Oberfläche bedingen. Die Amalgamirung ist insofern vortheilhaft, als sie eine überall gleichmässige Oberfläche darbietet. Nähere Beachtung verdient auch die Untersuchung über die Wirkungen der in die Säule eingeschalteten Zwischenplatten und über die Ursachen, welche die Wirksamkeit der Säulen hindern, worunter namentlich auch die Umkehrung der Platten gehört, weil sie dann einen Gegenstrom erzeugen [1].

Die sechzehnte und siebzehnte Reihe der Experimentaluntersuchungen sind vorzugsweise, wo nicht einzig der Begründung und Vertheidigung der chemischen Theorie im Gegensatz gegen die ältere Contacttheorie gewidmet, und es dürfte am geeignetsten seyn, die Hauptargumente und die zu ihrer Unterstützung vorgebrachten Thatsachen ohne weitere Bemerkungen hier mitzutheilen.

Faraday schliesst sich im Wesentlichen den Ansichten an, die De la Rive, der eigentliche Begründer der chemischen Theorie [2], schon vorher aufgestellt hatte, und den Resultaten, welche Becquerel [3] durch seine zahlreichen schätzbaren Versuche erhielt. In Beziehung auf die Contacttheorie hält er nicht fest an der ursprünglichen Ansicht Volta's, wonach die Flüssigkeiten bloss Leiter seyn sollen, sondern räumt ein, dass nach der Ansicht der neueren Physiker auch die letzteren selbsterregend wirken; seine eigenthümliche Vorstellung von der chemischen Theorie verdient aber wohl mit seinen eigenen Worten wiedergegeben zu werden. „Die chemische Theorie nimmt an, dass an dem Orte der Wirkung die in Berührung stehenden Theilchen chemisch auf einander wirken und im Stande sind, unter Umständen mehr oder weniger von der wirkenden Kraft in eine dynamische Form zu versetzen, dass unter den günstigsten Umständen das Ganze in dyamische Kraft verwandelt wird, dass dann der Betrag der erzeugten Stromkraft ein genaues Aequivalent der ursprünglich angewandten chemischen Kraft ist, und dass in keinem Fall (bei

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXV. S. 1. 222.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVIII. p. 506. XXXIX. p. 297. XLI. p. 147. Poggendorff Ann. Bd. XV. S. 98. 112. XXXVII. 225. L. 355.

3 Traité de l'Electricité. T. I.

„der Volta'schen Säule) ein elektrischer Strom erzeugt werd„kann, ohne thätige Ausübung und Verzehrung eines gleich„Betrages von chemischer Kraft und endend mit einem gegebenen Betrag von chemischer Veränderung.“ Hauptsächlich bew ihn ein die Contacttheorie vertheidigender Aufsatz von Marianini[1], den Gegenstand wieder aufzunehmen; doch soll die Abhandlung keine Streitschrift seyn, sondern er bezweckt nur, d Phänomene hervorzuheben, die ihm mit der Contacttheorie unverträglich scheinen. Deren giebt es indess eine grosse Men oder vielmehr es trifft dieses die sämmtlichen Erscheinung der hydroelektrischen Säule, und um daher nicht zu weitläufi zu seyn, wird es genügen, nur diejenigen namhaft zu mache auf welche die Anhänger dieser Theorie einen vorzüglich Werth legen. Eben diese sind aber von den Anhängern d Contacttheorie einer genauen Prüfung unterworfen, und scheint mir daher zur leichteren Uebersicht zweckmässig seyn, sie in Verbindung mit den Widerlegungen auf gleic Weise zusammenzustellen, als auf der andern Seite auch di jenigen Thatsachen, welche die Anhänger der Contacttheo als unwiderleglich beweisend aufgestellt haben, mit den von d Gegnern dagegen vorgebrachten Argumenten vereint mitzuth len. Im Ganzen nimmt aber der Streit, sofern Faraday i führt, ein merkwürdiges Ende, insofern er sich in ein Nic auflöst, wie dieses so oft in ähnlichen Fällen vorkommt. Faraday sagt nämlich: „Nach der Contacttheorie wird angenom„men, dass, wo zwei ungleiche Körper einander berühren, die u„gleichartigen Theile auf einander wirken und entgegengesetz„Zustände erregen. Ich leugne dieses nicht, glaube vielm„dass eine solche Wirkung in vielen Fällen zwischen an ein„der liegenden Theilchen stattfinden kann, z. B. vorbereit„die Action in den gewöhnlichen chemischen Erscheinung„und auch vorbereitend denjenigen Act der chemischen Com„nation, welcher in der Volta'schen Kette den Strom herv„ruft.“ Wird dieses zugegeben, so ist damit die Contacttheo begründet, denn es ist unmöglich zu beweisen, dass es F gebe, wo bei chemischen Actionen eine solche Wirkung ni vorausgegangen sey. Die Hauptfrage bleibt immer nur die der elektrische Zustand der Körper, namentlich der Molecu

1 Memorie della Società Italiana in Modena. T. XXI. p. 217.

Digitized by Google

vorher vorhanden sey und auf den Chemismus eine Wirkung ausübe oder diesen wohl gar nach der durch BERZELIUS aufgestellten elektrochemischen Theorie ausschliesslich bedinge, oder ob der Chemismus das, was wir Elektricität nennen, erst erzeugt und diese dann, einmal vorhanden, wieder chemische Wirkungen hervorruft. Schon hieraus geht hervor, dass nach der chemischen Theorie die wirkende Kraft erst geschaffen werden muss, nicht aber nach der Contacttheorie, welcher FARADAY diesen Vorwurf macht; denn nach dieser ist das wirkende Agens, Elektricität genannt, in den Körpern schon vorhanden. Wenn er ferner meint, nach dieser müsse auch ein Perpetuum Mobile möglich seyn, so ist dieses auch, wie viele andere durch unvergängliche oder stets sich wieder erneuernde physische Kräfte bewegte Körper, in der trockenen Säule wirklich vorhanden, wenn man anders nicht die Wirksamkeit derselben auf eine chemische Action zurückführen will, was mindestens noch nicht erwiesen ist[1].

Die eigentliche Basis der Contacttheorie bleibt noch immer der Volta'sche Fundamentalversuch, wonach eine polirte Zinkscheibe mit einem negativen Metalle, namentlich Kupfer, in Berührung gebracht sichtbare Spuren vorhandener Elektricität zeigt. Die Gegner dieser Theorie wollten daher dieses Resultat nicht anerkennen oder nahmen zur Feuchtigkeit der Luft ihre Zuflucht, was jedoch mit der zum Gelingen erforderlichen Trockenheit und der Reinheit sorgfältig polirter und abgewischter Platten im Widerspruch steht, doch getrauten sie sich nicht, ihre Zweifel öffentlich in ganzer Strenge zu vertheidigen. DE LA RIVE, der eigentliche Begründer der chemischen Theorie, meint hierüber, es gelinge so selten, die hierbei auftretende Elektricität nachzuweisen, dass man keine Theorie darauf gründen könne[2]. PARROT erhielt zwar jederzeit Zeichen von Elektricität, klagt aber über die dabei vorkommenden Unregelmässigkeiten[3], die meisten aber suchen die Thatsache zu ignoriren. Dieses bewog FECHNER[4], einen eigenen Apparat anzugeben, womit der Versuch unfehlbar gelingt. Dieser besteht aus einem Kasten mit einer eingeschlossenen horizon-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 149. 547. LIII. 316. 548.
2 Recherches sur la cause de l'Electricité Volt. p. 55.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLVI. p. 362.
4 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 225. Vergl. **Elektrometer.**

Digitized by Google

talen trocknen Säule, an deren Polen sich zwei messingne üb den Deckel des Kastens hervorragende Arme befinden, zwisch denen der feine Goldblattstreifen des Elektrometers herabhän Da man die Arme der Säule in Charnieren einander n nähern kann, so lassen sich auch schwache Spuren der Ele tricität nachweisen. Auf das obere Ende des Elektrome wird eine Kupferplatte oder eine Zinkplatte aufgeschraubt, dann mit einer beweglichen Zink- oder Kupferscheibe an i lirenden Handgriffen von Schellack zur Anstellung des V suchs unmittelbar dienen, wenn man sich des gleichfalls da befindlichen Condensators nicht bedienen will. Inzwischen darf man eines eigenen Apparates hierzu nicht, auch ist kanntlich das Elektrometer mit der trocknen Säule trügl vielmehr genügt ein feines Bennet'sches Blattgold- und se ein Strohhalm-Elektrometer mit einer aufgeschraubten 3- 4zölligen Kupferplatte und einer gleich grossen isolirten Zi platte. Peclet's Versuche mit seinem Condensator sind o (s. **Condensator**) erwähnt, Peltier[1] und Becquerel[2] ben sie mit Erfolg wiederholt, und ausserdem hat Dellma die Resultate mit seinem empfindlichen und zugleich durc nicht trüglichen Elektrometer bei der Versammlung der Na forscher zu Mainz so vielen Physikern und so oft gezeigt (w er sich unter Andern bloss eines roh abgeschliffenen Kup pfennigs bediente), dass man künftig die Sache selbst w nicht mehr zweifelhaft finden, das Nichtgelingen vielmehr in Mangelhaftigkeit der Apparate oder des Experiments su wird. Ueberhaupt wäre es in der That sonderbar, wenn fünfzig Jahre später, als Volta den seine Theorie begrün den Fundamentalversuch anstellte, der im nächstfolgenden cennium so unzählig oft von den verschiedensten Physikern Erfolg wiederholt wurde, noch Zweifel gegen denselben he wollte. Nicht minder wichtig ist ein zweiter, seit der Er dung der Säule bekannter Fundamentalsatz, dass durch Ber rung der Metalle mit Flüssigkeiten gleichfalls Elektricität regt wird. Wenn also Faraday so oft wiederholt, es ein elektrischer Strom ohne metallischen Contact vorh

1 Compt. rend. 1838. 2me Sem. p. 965.
2 Ebendas. 1839. 1re Sem. p. 426.
3 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 49.

Digitized by Google

den gewesen, und damit die Contacttheorie widerlegt zu haben glaubt, so ist dieses Argument in sich durchaus nichtig, weil auf jeden Fall Berührung der Galvanometerdrähte mit Flüssigkeiten stattfindet, die man doch eine metallische zu nennen berechtigt sein muss; kein Anhänger der Volta'schen Theorie hat aber noch behauptet, es gäbe keinen elektrischen Strom ohne Berührung zweier heterogener Metalle. Ausser dem aber, was über die elektrische Erregung zwischen Metallen und Flüssigkeiten bereits mitgetheilt worden ist, namentlich den damals neuesten Versuchen Pfaff's (Bd. IV. S. 639), können hier noch diejenigen nachträglich erwähnt werden, welche Karsten[1] bekannt gemacht hat, insbesondere aber die späteren von Pfaff[2] selbst. Uebereinstimmend mit allen früheren geht hieraus hervor, dass jedes Metall mit jeder der angewandten Flüssigkeiten negativ, die Flüssigkeit selbst aber positiv elektrisch wird. Die Stärke der Erregung hängt von der Natur des Metalls und der Flüssigkeit ab, indem einige Metalle in Lösungen ätzender Alkalien und Schwefelleber am stärksten elektrisch werden. Mit den meisten Flüssigkeiten wurden die positiven Metalle am stärksten elektrisch, einige negative Metalle aber mit Schwefelleberlösung. Standen zwei Metalle in der nämlichen Flüssigkeit, und berührte man dasjenige derselben, welches für sich am stärksten negativ elektrisch wurde, so war das andere positiv, berührte man aber das minder negativ elektrische, so zeigte sich das andere noch negativ, aber in geringerem Grade. Gleiche Resultate erhielt Buff[3]. Dieser legte eine Platte des zu prüfenden Metalls auf ein empfindliches Elektrometer, bedeckte sie mit einer reinen Glasscheibe, legte auf letztere eine mit der zu prüfenden Flüssigkeit getränkte Pappscheibe, und berührte gleichzeitig die Flüssigkeit und die Metallplatte mit einem isolirten Drahtbogen aus dem Metall der letzteren. Hiernach war jeder Einfluss der mit im Kreise befindlichen Erde ausgeschlossen. Auch De la Rive[4] hat hierüber Versuche angestellt, indem er die Flüssigkeit in einem Platinbecher auf ein Elektroskop stellte und

1 Ueber Contactelektricität. Berl. 1836. 8.
2 Revision des Galvano-Voltaismus. S. 49. Poggendorff Ann. Bd. S. 110.
3 Ann. d. Chemie u. Pharmac. Bd. XLII. S. 5.
4 Recherches sur la cause de l'Electr. p. 96. Bibl. univ. de Gen. III. p. 375.

Digitized by Google

die zu untersuchenden Körper hineinsenkte. Als Resultat wi er gefunden haben, dass jedes Metall, welches von einer Flüs sigkeit angegriffen wird, sich negativ elektrisch, die Flüssigk aber positiv elektrisch zeigt, was er dann als einen Beweis f die chemische Hypothese betrachtet, zugleich aber einräumt, da die Stärke der Elektricität nicht stets der chemischen Acti proportional sey. Eine Zinkstange in concentrirter Schwef säure giebt stärkere Elektricität, als in verdünnter, weil d letztere besser leiten und daher die Wiedervereinigung beid Elektricitäten erleichtern soll. Die Entscheidung des bloss die Theorie wichtigen Streites beruht also auf der Beantwo tung der Frage, ob alle Metalle durch alle Flüssigkeiten ch misch afficirt werden; denn nur dann, wenn diese bejaht w lassen sich die Erscheinungen der hydroelektrischen Säule, al auch nur dieser, auf den Chemismus zurückführen.

Da die Beweise, welche für die eine und die andre Theo aufgestellt worden sind, keinen innern Zusammenhang haben, scheint es mir unnöthig, sie in einer gewissen Ordnung zusa menzustellen; ich werde sie daher so, wie sie sich mir d bieten, an einander reihen [1].

---

1 In einer wenig bekannt gewordenen Dissertation von JANUS H WINK: Dissertatio physica de theoria elementi apparatus Voltaici Groningae 1835. 8. ist sehr vollständig und mit gewissenhafter Ang der Quellen alles dasjenige zusammengestellt, was bis zu jener Zeit die Volta'sche Säule veröffentlicht worden war. Namentlich findet man da auch viele wenig oder gar nicht beachtete Versuche von MULDER, die Natuur en Scheik. Archiev. T. I ff. und in Natuurk. Bijdragen. T enthalten sind. HOUWINK ist entschiedener Anhänger der chemis Theorie, erklärt sich indess gegen DE LA RIVE, wenn dieser in Pogg dorff Ann. Bd. X. S. 368. den Ursprung des elektrischen Stromes in Oxydation des Zinks setzt und dann die Oxydation durch den elek schen Strom vermehrt werden lässt, also die Wirkung zur Ursache d ser nämlichen Wirkung macht. Wörtlich heisst es: „Hiernach ist k „dass zum Auftreten eines elektrischen Stromes eine beginnende Oxyda „erforderlich ist. Der durch diese Oxydation erzeugte Strom zers „das Wasser und bedingt dadurch eine stärkere Oxydation des sogena „ten positiven Metalls, und diese Oxydation, die anfangs Wirkung w „wird darauf Ursache des Stroms.“ HOUWINK sagt hierüber: „Ii „expositio satis obscura videtur; non enim liquet fluxum excitatum „oxydationem denuo aquam decomponere posse et hinc oxydatione ox „tionem promoveri.“ Dunkel kann die Erklärung wohl nicht sche aber den Widerspruch, dass eine Wirkung zugleich Ursache dieser W

Digitized by Google

1) Bringt man nach Schönbein[1] einen passiven Eisendraht in Berührung mit Platin in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so scheidet sich an letzterem Metalle auch keine Spur von Kupfer aus; wird aber der passive Eisendraht in der Flüssigkeit zur chemischen Thätigkeit bestimmt (z. B. durch Berührung mit einem gewöhnlichen Eisendraht in der Lösung), so erscheint in dem gleichen Augenblicke das Platin mit einem Kupferhäutchen überzogen. Hier wird aber im Ganzen zugestanden, dass die Oxydation des passiven Eisens durch Berührung (Contact) mit gewöhnlichem Eisen zur Oxydation (elektrisch) disponirt werde, und die Erscheinung ist daher für die Contacttheorie beweisend. Eben dieses ist der Fall bei den interessanten Versuchen, welche dieser eifrige Forscher an einem andern Orte[2] beschreibt, und zwar direct, wenn angenommen wird, dass ohne chemische Zersetzung ein elektrischer Strom stattfinde, indirect, wenn ausser dem durch Chemismus erzeugten noch ein *Tendenzstrom* stattfinden soll.

2) Der eigentliche Begründer der chemischen Theorie, De la Rive, leitet die elektrischen Ströme allgemein aus chemi-

---

... seyn soll, was man beim mechanischen Perpetuum mobile so lange ... zu erreichen versucht hat, schliesst sie allerdings in sich. Es ... dagegen: „Aquae decompositio directe pendet ab unione oxygenii ... zinco, et haec unio est causa fluxus excitati." Diese Erklärung ist ... Anwendung der Sauerstoffsäure unwiderleglich; wenn aber Zink ... metallisch verbunden in reines luftfreies Wasser oder kausti... Kali getaucht werden, so müssen die Anhänger der chemischen ... der bisherigen Annahme zuwider entweder annehmen, dass eins ... beiden Metalle in den genannten Flüssigkeiten oxydirt werde, oder ... den wirklich vorhandenen elektrischen Strom von der durch ... beider Metalle erzeugten Elektricität ableiten, die sich oben... durch das Elektrometer nachweisen lässt und dann wohl auf gleiche ... zerlegend wirken muss, als die durch Reibung, Magnetismus, In... und Wärme ohne vorausgehende Oxydation erzeugte Elektricität. ... den hierbei und beim Eintauchen zweier Platindrähte in Flüs... ..., welche dieses Metall durchaus nicht oxydiren, entstehenden ... durch eine eingeleitete Oxydation zu erklären sucht und so... ... unhaltbare Hypothese durch eine neue, ganz unbewiesene unter... ... ist bekannt.

[1] Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 351.

[2] Ebendas. Bd. XLIII. S. 229.

Digitized by Google

schen Wirkungen her[1] und sucht sie endlich gegen die verschiedenen Seiten, namentlich von Pfaff[2] und von Ma-rini[3], gemachten Einwürfe zu vertheidigen[4]; dabei gesteht er zu, dass Becquerel[5] und Peltier[6] Versuche angestellt ha-, aus denen die Entbindung von Elektricität durch blossen Con-tact hervorgehe, allein er meint, alle Metallflächen würden durch den Einfluss der Luft sehr schnell oxydirt, selbst wenn sie mit einer sehr dünnen Firnissschicht überzogen wären, und liege die Erzeugung der Elektricität beim Volta'schen Fu-mentalversuche. Wenn sich aber bei chemischen Einwirkungen keine Elektricität zeige, so sey dieses eine Folge davon, die erzeugte sofort wieder neutralisirt werde.

3) Einen Hauptgegner der chemischen Theorie, Pfaff der erwähnten Schrift, haben wir bereits genannt, und daran schliesst sich ein anderer, nicht minder gewiegter an, nä-Fechner[7], dem die gesammte Elektricitätslehre so viele bedeutende Erweiterungen verdankt. Vorzugsweise beleuchtet er folgenden Versuch von De la Rive. Steckt man in Stück Kalium einen Platindraht, an der entgegengesetzten Seite ein Holzstäbchen, so zeigt sich, so lange letzterer tr und das Kalium mit reinem Steinöl bedeckt ist, keine tricität an dem mit dem Platin berührten Condensator, k aber sogleich zum Vorschein, wenn das Stäbchen feu oder das Kalium sich oxydirt. Aus einer genauen Pr ging hervor, dass das trockne Stäbchen bloss isolirt, de kam selbst dann keine Elektricität zum Vorschein, wen Stäbchen am trocknen Ende gehalten, das eingesteckte merklich befeuchtet wurde. Die chemische Theorie le grossen Werth darauf, dass Eisen, welches in Wasser un dünnte Säuren gegen Kupfer positiv ist, in Schwefelleber negativ wird. Eben diese Umkehrung zeigt sich bei Zi Kupfer in flüssigem Ammoniak und bei Kupfer und

1 Poggendorff Ann. Bd. XV. S. 98. 122. Bd. XXXVII. S.
2 Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus. Alt. 1837.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. p. 113.
4 Poggendorff Ann. T. XL. p. 355. 515.
5 Ann. de Chim. et Phys. T. XLVI. p. 286. LX. p. 164.
6 L'Institut. 1835. N. 133.
7 Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 481.

Digitized by Google

oncentrirter und verdünnter Salpetersäure, was dann leicht ter das allgemeine Gesetz gehört, wonach allezeit das stär- r angegriffene Metall positiv ist. Es ergiebt sich aber, ss das Kupfer in Schwefelleberlösung durch Veränderung der berfläche positiv wird, denn in einer verdünnten Lösung ht das anfänglich normale Verhalten erst allmälig in das tgegengesetzte über. SCHÖNBEIN's eben erwähntes Argument rd auf ähnliche Weise widerlegt; schwieriger aber ist folgen- n zu widerlegen. Zink und Kupfer geben in reinem Was- r und in concentrirter Schwefelsäure nur schwache Ströme, einer Mischung von beiden aber einen starken. Ebenso ben Platin und Gold in reiner Salpetersäure und reiner Salz- ure nur einen schwachen Strom, in einer Mischung von bei- n einen stärkeren. FECHNER meint, und unterstützt durch atsachen, dass der verstärkte Effect von vermindertem Wi- rstande abhängen könne; doch dürfte ausserdem der Unter- hied wo nicht einzig, doch vorzugsweise von dem geänder- n galvanischen Verhältnisse des einen der beiden Metalle er beider zu den Flüssigkeiten abhängen. Betrachtet man mlich in dem gegebenen Falle mit Gold und Platin die bei- n Säuren einzeln und in ihrer Verbindung bloss als leitend, ist nicht abzusehn, warum sie vereint einen stärkeren Strom geben sollten; wird aber angenommen, dass nur eins der etalle, z. B. Platin, mit der gemischten Säure stärker negativ ponirt werde, als mit jeder der einzelnen, so muss hierdurch twendig der Effect verstärkt werden, und findet dieses bei iden Metallen statt, so wird diese Hülfswirkung verdoppelt. ese Deutung ist allerdings nur hypothetisch, sie liegt aber twendig im Wesen der Contacttheorie, wonach allgemein ch Verbindung zweier Körper galvanische Erregung er- gt wird, wenn auch nur eine so schwache, dass sie un- bar ist. Wir werden hierauf später zurückkommen und nern hier nur an die späteren, mit den erwähnten zusam- hängenden Versuche FECHNER's[1], so wie an die Argumente, che SCHÖNBEIN der einen Reihe derselben entgegengestellt hat[2].

4) Als das vorzüglichste Argument zur Unterstützung der ischen Theorie der Volta'schen Säule hat man vielseitig

---

[1] Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 433.
[2] Ebendas. Bd. XLIV. S. 59.

Digitized by Google

das schöne, von FARADAY entdeckte Gesetz der festen elektr[olytischen] lytischen Action angegeben, wie dieses oben bereits erläutert wor[den] ist. Mit Recht aber bemerkt POGGENDORFF[1], dass hierauf [e]kein Beweis gegründet werden kann, indem vielmehr allge[mein] die chemische Wirkung der Elektricität der Intensität [des] Stromes proportional ist, woraus vielmehr die Proportiona[lität] der chemischen Wirksamkeit der Elektricität zu ihrer Ma[sse] hervorgeht. Um dieses wenigstens in einem Falle zu zei[gen,] leitete er den elektrischen Strom einer Saxton'schen Masch[ine] durch zwei Becher mit gesäuertem Wasser, fing in jedem [das] erzeugte Wasserstoffgas besonders auf und fand beide Qua[ntitäten] täten vollkommen gleich. Ohne Zweifel erstreckt sich da[s] das merkwürdige Gesetz auf die elektrischen Ströme jede[r Art,] wenn es nur möglich wäre, dieses bei allen durch das Ex[peri]ment nachzuweisen. Es lässt sich hieran noch folgendes A[rgu]ment reihen. Wird der Strom einer Saxton'schen Mas[chine] durch das Galvanometer gemessen und zugleich durch [einen] Elektrolyt geleitet, so müsste seine Kraft zur doppelten [wer]den, indem zu der vorhandenen nach FARADAY die durch Elektrolyse erzeugte hinzukäme. Er bleibt aber unverän[dert,] ist unleugbare Ursache des Elektrolyse, und man müsste [also] nach FARADAY annehmen, dass ein und dasselbe Agens [zu]gleich Ursache und auch Wirkung der nämlichen Sache [sein] könne.

5) Ein Hauptversuch, welchen FARADAY (achte Reihe) [als] unverträglich mit der Contacttheorie betrachtet, ist fol[gender.] Fig. 15. Eine etwa 8 Zoll lange 0,5 Zoll breite, wohl gereinigte [Zink]platte a wurde oben rechtwinklig umgebogen; eine [eben so] breite, etwa 3 Zoll lange Platinplatte b wurde mit einem [Pla]tindraht s verbunden; bei x lag zusammengeschlagenes, mit [Jod]kalium getränktes Fliesspapier. Als er diesen Apparat i[n ein] mit verdünnter Schwefel-Salpeter-Säure gefüllte Gefäss [ein]tauchte, trat bei x sogleich eine Zersetzung ein und [es war] also ein elektrischer Strom vorhanden. Hierauf gründe[t sich] die so oft von FARADAY wiederholte Behauptung, dass es [einen] elektrischen Strom ohne metallischen Contact gebe, was [aller]dings ein unumstössliches Argument gegen eine Contactt[heorie] wäre, welche alle elektrische Erregungen von der Ber[ührung]

[1] Dessen Ann. Bd. XLIV. S. 642.

Digitized by Google

der Metalle ableitete. Allein Pfaff[1] wendet dagegen ganz richtig ein, dass ein einziges Metall mit zwei ungleichen, sich berührenden Flüssigkeiten gleichfalls einen elektrischen Strom giebt und überhaupt ein Metall, welches zwei Flüssigkeiten berührt, nicht mehr als ein einzelnes betrachtet werden kann, folglich im vorliegenden Falle dasjenige Ende des Zinkstreifens, welches die Säure berührt, positiv gegen dasjenige wird, welches mit dem Iodkalium in Berührung steht. Fechner[2] behandelte die Aufgabe ausführlicher und zeigte durch viele Versuche, dass die zu dieser Classe gehörigen galvanischen Erscheinungen keineswegs mit der Contacttheorie im Widerspruche stehen, im Ganzen vielmehr gegen die chemische zeugen; am vollständigsten aber ist die Sache erörtert und durch eine Menge Versuche erläutert von Poggendorff[3], welcher dabei als Metalle Platin, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen und Zink (gewöhnliches, amalgamirtes, destillirtes), als Flüssigkeiten Wasser, verdünnte Schwefelsäure, verdünnte Salpetersäure, verdünnte Salzsäure, gesättigtes Chlorwasser, flüssiges Aetzammoniak und Lösungen von kohlensaurem Natron, Bittersalz, Borax, Zinkvitriol, Kochsalz, Salmiak und Iodkalium anwandte. Sein Apparat bestand Fig. 16. aus zwei gläsernen Bechern A und B mit zwei Flüssigkeiten a, b gefüllt, worin zwei Metalle P, N gesenkt und diese mit Kupferdrähten verbunden wurden, deren einer einen Multiplicator m einschloss. Ketten dieser Art haben vier Erregungspunkte, zwei in jedem Gefässe; man hat also zwei entgegengesetzte Ströme e und é, und wenn man den Widerstand w berücksichtigt, so wird nach dem Ohm'schen Gesetze die Intensität des Stromes durch

$$\frac{e - \acute{e}}{w}$$

ausgedrückt, deren Ermittellung aus dem Ablenkungswinkel der Magnetnadel jedoch zu schwierig ist, weswegen zunächst nur die Richtung des Stroms berücksichtigt wurde. Als Hauptresultate gingen aus den zahlreichen Versuchen hervor, dass die Grösse der elektromotorischen Kraft durch jede dem Wasser zugesetzte Substanz, Elektrolyt oder nicht, verändert wird, bald

1 A. a. O. S. 81.
2 A. a. O.
3 Dessen Ann. Bd. XLIX. S. 31.

vergrössert, bald verringert und zwar durch dieselbe und in gleich
Verhältniss zugesetzte Substanz für die eine Metallverbindung ve
grössert, für die andre verringert. Zweitens aber steht diese Kr
keineswegs im geraden Verhältniss zur Stärke der Verwandtsch
zwischen dem positiven Metalle und der negativen Flüssigk
vielmehr ist sie in Fällen schwach, wo man diese Verwan
schaft für stark zu halten hat, und umgekehrt; ja es entst
häufig ein kräftiger Strom, wo nach dieser Verwandtschaft
keine Wirkung zu erwarten wäre. Verschiedene andere int
essante Ergebnisse dieser Versuche können hier nicht mit
theilt werden.

6) An diese Untersuchungen schliessen sich zunächst
neueren von PFAFF[1], die im Wesentlichen nur eine Ergän
und Fortsetzung desjenigen liefern, was er in seiner obe
wähnten Schrift bereits mitgetheilt hat. Die gestellte Auf
war eine zweifache, zuerst zu untersuchen, ob durch die
chemischen Zersetzungen des Verbrennens und der Verdampf
Elektricität erregt wird, worüber DAVY, BECQUEREL und Pou
früher Versuche angestellt haben, wobei der Letztere unter
derm fand, dass reines Wasser beim Verdampfen keine Elek
cität gab, wohl aber salzhaltiges. PFAFF behauptet, alle d
Versuche mit grösster Sorgfalt wiederholt und dabei beson
vermieden zu haben, dass thermoelektrische Wirkungen trü
rische Erfolge herbeiriefen. Hiernach gelangte er zu dem
sultate, dass bei keinem Verbrennungsprocesse und bei ke
Entwicklung von Gasen und Dämpfen auch nur die gerin
Spur von Elektricität zum Vorschein kam. Eine Spirale
Platindraht in oder neben einer Flamme, in Sauerstoffgas
brennendes Zink, verbrennendes Wasserstoffgas, Aether und
kohol gaben nur negative Resultate; bloss ein verbrenne
Kohlencylinder zeigte Elektricität, welche aber von dem ther
schen Verhalten des glühenden zu dem noch kalten Theile der K
abgeleitet wird. Die Entbindungen von Wasserstoffgas, Schw
wasserstoffgas, Kohlensäure und Salpetergas, wie auch die V
dampfung des Wassers, sowohl des reinen als auch des mit Sä
und Salzen gemischten, gaben gleichfalls bloss negative Result
Letztere Behauptung steht mit der gangbaren Vorstellung über
Entstehung der Luftelektricität im Widerspruche; wäre aber

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 110. 197.

Thatsache wirklich gegründet, was wegen der Schwierigkeit bei Handhabung des Condensators nicht leicht mit Evidenz zu ermitteln ist, so liesse sich die atmosphärische Elektricität wohl mit Grunde auf eine thermoelektrische Quelle zurückführen. Übrigens leugnet auch FARADAY, dass der Wasserdampf an sich ohne Reibung elektrisch sey. (S. oben **Elektricität durch Wasserdampf**.) PFAFF fand dagegen die sämmtlichen Erscheinungen vollkommen bestätigt, welche der ausnehmend geschickte Experimentator BÖTTGER bekannt gemacht hat[1]. Befestigt man an dem Teller eines empfindlichen Elektrometers einen am Ende kreisförmig gebogenen Kupfer- oder Platindraht, um ein Platinschälchen darauf zu setzen, und bringt man in letzteres etwa 6 bis 8 Gran vollkommen trocknes citronsaures oder oxalsaures Silberoxyd, so erfolgt durch Erhitzen mit einer Weingeistlampe[2] schnell eine Zersetzung, die bei dem letzteren Salze mit einer gefahrlosen Detonation verbunden ist, und wenn dann sofort die Lampe entfernt wird, so zeigen sich deutliche Spuren negativer Elektricität, die als erzeugt durch die Verbindung von etwas Silber mit dem Platinschälchen betrachtet werden. Die Zersetzung einer Menge anderer Salze dagegen zeigte nie die mindeste Spur von Elektricität; wurde aber krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd-Kali in das Schälchen gelegt und durch die Lampe in glühenden Fluss gebracht, so zeigte sich keine Elektricität beim Erkalten, wohl aber nachdem die Masse wieder krystallirt war und unter hörbarem Knistern zerriss.

Die zweite Aufgabe war, das Verhalten feuchter Leiter gegen feste Erreger der Elektricität mittelst des Condensators zu prüfen. Die zahlreichen Versuche wurden angestellt, indem PFAFF einen Streifen des zu prüfenden Metalls auf einen gleichen, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit getränkten Pappstreifen legte und mit der oberen Seite durch Vermittelung eines mit reinem Wasser genässten Papiers die Condensatorplatte berührte, oder eine heberförmig gebogene Glasröhre mit der Flüssigkeit füllte, ein Stäbchen des Metalls in den einen Schenkel herabsenkte, in den andern einen nassen Pappstreifen, und

1 Poggendorff Ann. Bd. L. S. 41.

2 Bei Versuchen dieser Art dürfte es räthlich seyn, die elektrisch leitende Kraft der Weingeistflamme nicht aus den Augen zu lassen, da sie die Resultate leicht einen Einfluss ausüben kann.

von diesem aus mittelst des Fingers die Communication mit Condensator herstellte. Als Resultat ging hieraus hervor, die Stärke der elektrischen Erregung durchaus in keinem setzlichen Verhältniss mit der chemischen Wirkung steht, selbst bei gänzlichem Mangel an chemischer Einwirkung oft viele Tage hindurch eine elektrische Erregung statt. wurde Stahl in concentrirte Salpetersäure getaucht und 14 Tage lang starke positive Elektricität, ohne im mind angegriffen zu werden. Blei in concentrirter Schwefel zeigte während 8 Tagen starke positive, Gold und Platin st negative mit Aetzkali, dagegen Zink in Salzsäure nur sch che, die bei der Abnahme der Zersetzung stärker wurde.

7) Vor allen Dingen darf hier ein Versuch nicht über gen werden, welchen Faraday in derjenigen Abhandlung, w er den Ursprung des elektrischen Stromes in der Volta'sc Kette untersucht[1], als vorzugsweise die Contacttheorie wi legend und die chemische begründend betrachtet. Sein App
Fig. 17. bestand aus zwei Glasbechern D und F, mit Schwefelkalium gut leitender und chemisch auf die angewandten Metalle n wirkender Flüssigkeit gefüllt. In den einen Becher war Platinblech P und ein Eisenblech E eingesenkt, in den and Becher zwei Platinbleche P P, und ausserdem bezeichnet P tindrähte, E aber Eisendrähte, wonach die Construction Vorrichtung deutlich ist. Bei G war ein empfindliches Ga nometer eingeschaltet. Von den Berührungsstellen heben die beiden a und b als entgegengesetzt auf, die bei x m aber nach der Contacttheorie einen Strom erregen, doch dieser gänzlich aus, obgleich ein Thermostrom, an einer der rührungsstellen erregt, die Nadel um 30 bis 40 Grade ab chen machte. Wurde dagegen bei x ein mit Säure oder S lösung getränkter Papierstreif oder die Zunge oder nur nasser Finger eingeschoben, so entstand sofort ein Strom. eben dieses konnte bei den Verbindungsstellen a und b schehen.

Sollte dieser Versuch als stringent beweisend gegen Contacttheorie gelten, so wäre auf jeden Fall erforderlich wesen, statt dieses zusammengesetzten Verfahrens einfach versuchen, ob Eisen und Platin in Schwefelkalium einen St

1 Sechzehnte Reihe. §. 1823. Poggendorff Ann. Bd. LII. p. 163.

Digitized by Google

geben, in welchem Falle die bestrittene Theorie dadurch bewiesen wäre, vorausgesetzt, dass keins der beiden Metalle, wie FARADAY annimmt und annehmen muss, soll nicht chemische Action ohne Erregung eines elektrischen Stromes vorhanden seyn, von der Flüssigkeit chemisch angegriffen wird. Die Controle, dass der thermoelektrische Strom durch die Kette dringt, ist nicht genügend, denn dieser, zwischen Platin und Eisen erzeugt, ist bedeutend stark auf die Magnetnadel wirkend und mag leicht bedeutender seyn, als der des Contactes zwischen diesen beiden Metallen, welcher ohnehin vorhanden ist und durch die Erwärmung noch verstärkt wird. FARADAY verschweigt nicht, dass beim ersten Eintauchen beider Platten, wenn die übrigen Verbindungen der Kette bereits hergestellt sind, ein Strom entsteht, welcher aber nur fünf bis zehn Minuten dauerte, oder wohl mehrere Stunden, wenn das Eisen nicht vollständig gereinigt war. Dieser Strom soll von einer Einwirkung der Schwefelkalium-Solution auf Eisenoxyd herrühren. Da nach diesen und den Erfahrungen Anderer bei der Wiederholung dieses Versuches ein solcher Strom beim ersten Eintauchen allezeit entsteht, und man nicht zugeben wird, die Herstellung oxydfreien Eisens liege ausser dem Bereiche der Möglichkeit, so verliert hierdurch der Beweis an Kraft, und die ganze Erscheinung wird aus dem Gesichtspuncte der chemischen Theorie höchst verwickelt, nach der Contacttheorie aber vollkommen klar. Nach der Richtung des Stromes nämlich ist das Platin positiv, und wenn man auch zugeben wollte, dass die Verbindung des Schwefels mit dem Eisenoxyd eine entgegengesetzte elektrische Wirkung habe, als die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Metalle, so wäre doch nicht leicht zu enträthseln, warum der durch Verbindung des Schwefels mit dem Eisenoxyd frei werdende Sauerstoff sich nicht mit dem metallischen Eisen verbinden und diesemnach einen fortdauernden Strom erzeugen sollte. Nach der Contacttheorie ist dagegen das Phänomen ganz einfach. Das Eisen wird mit Schwefelkalium so stark negativ, dass der hierdurch entstehende Strom den durch den metallischen Contact beider Metalle gegebenen Strom durch ein schwaches Uebergewicht überwindet, welches letztere durch die Veränderung der Oberflächen beider Metalle so weit vermindert wird, dass beide entgegengesetzte Ströme sich aufheben. Mit einer Säure oder Wasser dagegen wird das Eisen so stark positiv, dass dieser

stärkere Strom den schwächeren, durch Eisen und Schwefelka lium erregten, völlig überwindet. Nach MARTENS[1] wird d Eisen in der Berührung mit Schwefelkalium passiv, somit d Platin in elektrischer Beziehung gleich, und kann daher kein Strom geben. Die weiteren Beweise, welche FARADAY im Ve folge seiner Untersuchungen aufstellt, finden grösstentheils dem eben Gesagten gleichfalls ihre Erledigung.

8) Ein vor bereits langer Zeit angestellter Versuch schei mir für die Contacttheorie sehr beweisend. PAYEN[2] senkte ei polirte Eisenplatte und eine Goldplatte in ein Gefäss mit desti lirtem Wasser, worin 0,005 Kali aufgelöst war. Nach 1 Monaten zeigte die Eisenplatte keine Spur einer Oxydation. A darauf beide Platten mit den Enden eines Galvanometers ve bunden wurden, wich die Nadel 35° ab; nach einem Zwische raume von 15 Minuten betrug die Abweichung bei abermalig Verbindung 25° und nach einer halben Stunde 35°. Dass Eis im Wasser, worin nur eine sehr geringe Menge Kali aufg löst ist, auch in der längsten Zeit nicht roste, wird allgem angenommen, und man sollte daher folgern, dass der elektrisc Strom ohne alle chemische Zersetzung entstehe; dennoch al leiten die Vertheidiger der chemischen Theorie auch diesen einer beginnenden, einer gleichsam eingeleiteten chemischen Z setzung ab, die nicht eher zur Wirklichkeit kommen kann, bis beide Elektricitäten durch den verbindenden vollkomme Leiter zu strömen vermögen. Auf jeden Fall muss hierbei du die Berührung der Metalle mit der Flüssigkeit schon eine Tr nung der Elektricitäten vorausgegangen seyn, denn es ka unmöglich etwas zu strömen anfangen, ehe es wirklich vorha den ist.

9) Schon vor langer Zeit hat PFAFF einen schlagenden B weis gegen die chemische Hypothese in dem Umstande gef den, dass eine Zink-Platin-Kette in einer Lösung von schw felsaurem Zink einen elektrischen Strom erregt, wobei nach s ner Ansicht alle chemische Einwirkung gänzlich fehlt. Inzw schen wurde nachgewiesen, dass auch bei dieser Kette die O dation des Zinks nicht gänzlich fehlt, vielmehr das wicht

---

1 Bullet. de l'Acad. Roy. de Bruxelles. T. VIII. p. 308. Pogg dorff Ann. Bd. LV. S. 444.

2 Ann. de Chim. et Phys. 1836. Dec. p. 405.

Digitized by Google

Faraday'sche Gesetz gleichfalls in Anwendung kommt. Als aber die Grove'sche Säule entdeckt wurde, bei deren Construction Pfaff einen auf der Aussenseite dünn platinirten Becher anwandte, fand er, dass ein stärker elektromagnetisirender Strom erzeugt wurde, wenn er eine concentrirte Solution von schwefelsaurem Zink statt verdünnter Schwefelsäure gebrauchte, denn sein Elektromagnet erhielt durch die letztere Combination nur 40 ℔ Tragkraft, durch die erstere aber 50 ℔. Hier fehlt also nach seiner Ansicht jeder primitive chemische Process zur Anregung des elektrischen Stromes, sofern er weder zwischen Zink und gesättigter schwefelsaurer Zinksolution, noch zwischen Platin und Salpetersäure vorhanden seyn kann, und somit hält er dieses für ein eigentliches *experimentum crucis*, wodurch die chemische Theorie gänzlich widerlegt werden soll [1].

10) Wir übergehen die Einwendungen, wodurch die Anhänger der bestrittenen Hypothese auch dieses Argument zu beseitigen gesucht haben [2], und wenden uns vielmehr zu einer Abhandlung, worin Poggendorff [3*] diese und die Hauptfragen, worauf es vorzüglich ankommt, zusammengestellt hat, und welche allen denen vorzugsweise zu empfehlen ist, die eine definitive Entscheidung der streitigen Frage suchen, da dieser wackere Gelehrte ebenso fein experimentirt als die Thatsachen unparteiisch prüft und die erhaltenen Resultate stets auf bestimmte Masse zurückführt. Im Allgemeinen ist erwiesen, dass weder die Quantität, noch die Intensität des elektrischen Stromes der Stärke der chemischen Action proportional ist, welche die Flüssigkeit auf eins der verbundenen Metalle vor der Schliessung der Kette ausübt, was allerdings der Fall seyn müsste, wenn die chemische Theorie mindestens in ihrer Anwendung auf die hydroelektrische Säule als mathematisch begründet gelten sollte. Die Vertheidiger der chemischen Theo-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 303.

2 Auf jeden Fall kann das Argument nicht als ein Anerkennung erregendes gelten, sofern sich die gänzliche Abwesenheit jeder chemischen Einwirkung nicht mit absoluter Gewissheit nachweisen lässt; nach der bisher geltenden Ansicht werden beide Metalle durch beide Flüssigkeiten allerdings nicht chemisch angegriffen, allein die Vertheidiger der chemischen Hypothese nehmen zu einer bloss eingeleiteten, nicht zur Vollendung gekommenen chemischen Einwirkung ihre Zuflucht.

3 Dessen Ann. Bd. LIV. S. 353.

Digitized by Google

rie suchen dieses gewichtige Argument durch verschiedene, unter nicht ungezwungene, Hypothesen zu beseitigen, aber hauptsächlich das Argument entgegen, dass es keinen droelektrischen Strom gebe, wo diese Action gänzlich Wenn man, wie De la Rive, zu einer weder durch das noch durch Wägung oder auf irgend eine andere Weise nehmbare Oxydation der elektrischen Erreger durch Luft Feuchtigkeit seine Zuflucht nimmt, so lässt sich dieses ment wohl aufrecht erhalten; allein eine durch Schmutz dende Metallplatte ist deswegen keine oxydirte, und über ist es bedenklich, eine Ursache als wirksam anzunehmen, welcher sich ihre Proportionalität zur erzeugten Wirkung nachweisen lässt. Mit Recht muss man es daher nach Poggendorff als ausgemacht betrachten, dass frisch amalgamirtes in einer durch Auskochen von Luft befreiten Lösung eines tralen Zinksalzes keine chemische Einwirkung erleidet, aber mit einem negativen Metalle verbunden sofort einen Strom erzeugt, und zwar einen kräftigern, als der vom amalgamirten Zink, welches in Säuren unter Aufbrausen set wird. Selbst blankes, nicht amalgamirtes, Zink behä solchen Lösungen mehrere Tage lang seinen Glanz, eben Kadmium, Eisen u. s. w. Auf der andern Seite giebt es dings Fälle, in denen die Nichtlösbarkeit der Erreger mit Mangel eines elektrischen Stromes zusammenfällt, und begreiflich, dass die Anhänger der chemischen Theorie, lich Faraday und De la Rive, hierauf einen besonderen legen. Der vor allen anderen hervorgehobene Fall dieser findet statt bei Eisen und Platin in Aetzkali, obgleich hierbei, nach Faraday's eigenem Zeugniss, der elektrische nicht gänzlich fehlt. Die Contacttheorie würde aber mit selbst in Widerspruch gerathen, wenn sie die Stärke des trischen Stromes bloss von dem Contacte der Erreger ab wollte, da sie vielmehr die Resultante dieser Erregung und sie unterstützenden oder hindernden ist, die zwischen beiden der berührten Flüssigkeit stattfindet, bedingt durch die Ver derung der Oberfläche, welche die Erreger durch den feuc Leiter erleiden. Wäre dieses Axiom allezeit gehörig gewürdigt den, so würde vermuthlich der Kampf mit der chemischen Theorie nicht begonnen haben, dem die Elektricitätslehre übrigens Ausbeute einer reichen Masse von Thatsachen verdankt.

Digitized by Google

man hält es daher für mehr als wahrscheinlich, dass der chemische Angriff der Flüssigkeit auf das positive Metall den Strom nicht sowohl erregt, als vielmehr nicht hindert, sofern durch stetes Erneuern der metallischen Oberfläche diejenige Veränderung derselben verhütet oder vernichtet wird, welche das Auftreten des Stromes unmöglich macht, wie denn bei der Zink-Eisen-Kette der Angriff der Schwefelsäure auf das Eisen als negatives Metall verhütet, dass an diesem die sogenannte Polarisation so stark als am Kupfer ausgebildet wird, wodurch dann in Vereinigung mit der gleichfalls herbeigeführten Verminderung des Uebergangswiderstandes der Strom dieser Kette den einer Zink-Kupfer-Kette mit der nämlichen Säure noch übertrifft. Diese noch nicht erklärten Veränderungen der Oberfläche vermögen dann auch die elektrische Differenz zwischen Platin und Eisen in Aetzkali so gut als völlig aufzuheben. Einen weiteren Beweis hierfür findet POGGENDORFF in dem Umstande, dass, wenn man den Strom einer anderen Kette durch eine Kette in der Richtung leitet, nach welcher der Sauerstoff des zersetzten Wassers am Eisen zum Vorschein kommt, dieser sich nicht mit dem Eisen verbindet, sondern gasförmig an ihm aufsteigt. Eben dieses ist der Fall bei einer Eisen-Silber-Kette in einer starken Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, indem ein durchgeleiteter Strom auch hierbei keine Oxydation oder Auflösung des Eisens bewirkt, vielmehr wird der Sauerstoff am Eisen gasförmig entwickelt und bei hinlänglich starkem Strome Silbersuperoxyd ausgeschieden. Eine Silberplatte, statt des Eisens, oxydirt sich unter gleichen Umständen und wird aufgelöst; das oxydirbare Eisen muss also passiv werden.

11) POGGENDORFF unterwarf indess die Wirkungsweise der Kalilösung einer näheren Prüfung. Zu diesem Ende füllte er ein poröses Thongefäss mit Salpetersäure (1,33 spec. Gew.), stellte es in eine Kalilauge (1 Gwth. Kali, 4 Gwth. Wasser) und tauchte das Platin in die Säure, das Eisen in das Kali, worauf die Sinusbussole einen mindestens funfzigmal stärkeren Strom gab, als wenn beide Metalle in Kalilauge getaucht wurden. Diese Verstärkung liesse sich aus dem chemischen Einflusse beider Flüssigkeiten ableiten, allein dieses ist nicht erwiesen und wird vielmehr unwahrscheinlich durch den Umstand, dass die elektromotorische Kraft zweier Flüssigkeiten der Intensität ihrer Verwandtschaft nicht proportional ist. Auf jeden

Digitized by Google

Fall muss indess ein Theil der Verstärkung der Berühru
beider Flüssigkeiten beigemessen werden, jedoch nur ein Th
und nicht das Ganze; denn als statt des Eisens Platin
nommen wurde, war der Strom bedeutend schwächer,
nicht der Fall seyn konnte, wenn derselbe in der Berühr
beider Flüssigkeiten seine einzige Quelle gehabt hätte.
weiteren Unterstützung dieser Ansicht dient, dass eine Zi
Platin-Kette mit den angegebenen Flüssigkeiten eine stärk
Wirkung zeigt, als die kräftigste bekannte Säule, die Gro
sche mit rauchender Salpetersäure und verdünnter Schwe
säure, so dass diese sich sogar für die praktische Anwend
eignen würde, wenn nicht das Kali zu kostbar wäre und
gebildete Salpeter die Thongefässe nicht zerstörte. Da
lich die Schwefelsäure eine stärkere Verwandtschaft zum
hat, als Salpetersäure, so musste im Sinn der chemischen Th
rie durch Vertauschung der Salpetersäure mit Schwefelsä
eine stärkere Wirkung hervorgehen. POGGENDORFF versu
dieses, indem er eine Platin-Eisen- und eine Platin-Platin-K
mit Schwefelsäure und Kali auf die angegebene Weise
struirte; es ergab sich aber, dass auch in diesem Falle
erstere stärker als die letztere, beide aber schwächer wa
als die mit Salpetersäure construirten.

12) Es liessen sich hier noch eine Menge anderwei
Thatsachen beibringen, z. B. ein zur Unterstützung der
mischen Theorie von DANIEL angestellter Versuch und de
Prüfung durch POGGENDORFF [1], wie nicht minder die zahlrei
Versuche und Argumentationen von MARTENS [2] und viele
dere; denn die Anhänger der chemischen Theorie finde
jeder Erscheinung der Volta'schen Säulen eine Bestätig
ihrer Ansichten aus dem begreiflichen Grunde, weil die E
tricität überall, wo sie in solcher Menge auftritt, als diese
parate sie geben, Spuren ihrer chemischen Wirksamkeit ze
die Vertheidiger der Contacttheorie dagegen leiten dieselbe
von der Berührung ab, die nothwendig vorausgehen muss
chemische Wirkung eintreten kann. Inzwischen glaube ich
wesentlichsten Thatsachen, über welche beide Parteien

1 Dessen Ann. Bd. LVI. S. 150.

2 Mém. de l'Acad. de Brux. T. XII. Bullet. de l'Acad. Roy.
Brux. T. VII. p. 305. L'Institut. 10me Ann. N. 421. p. 25.

Digitized by Google

ten, vollständig genug angegeben zu haben, um so mehr, als nach meiner Ansicht die Hauptfragen nothwendig erst erledigt seyn müssen, ehe der Streit über eine specielle elektrische Wirkungsweise überhaupt beginnen kann. Die Ursache einer unverkennbar einseitigen Auffassung des ganzen Problems liegt in den interessanten Erscheinungen, welche die Volta'sche Säule darbietet, die man obendrein so leicht mit den geringsten Hülfsmitteln hervorrufen kann, weswegen man bei der Erklärung der Ursache der elektrischen Erscheinungen sich lediglich oder mindestens vorzugsweise an diese hielt, statt das Gesammtverhalten derselben in Verbindung mit den übrigen elektrischen Erscheinungen stets im Auge zu behalten. Dass ein solches Verfahren aber ein unzulässiges sey, fällt ohne Weiteres in die Augen, denn wie würden wir z. B. jemals zu einer wissenschaftlichen Optik gelangt seyn, wenn wir einseitig bloss bei den chemischen Wirkungen der Lichtstrahlen stehn geblieben wären? Handelt es sich daher um Feststellung einer Theorie über das Wesen und die Wirksamkeit der Elektricität, so hat die Elektricität, welche eine zerbrochene Siegellackstange zeigt, die beim Volta'schen Fundamentalversuche zum Vorschein kommt, die durch Reibung, Wärme und Magnetismus erzeugte, wie nicht minder die durch Induction hervorgerufene, mit der in der Volta'schen Kette sich zeigenden gleiche Rechte, und was von der einen behauptet wird, muss unter gehörigen Modificationen auf alle übrigen Anwendung leiden. Hiernach müssen nothwendig folgende Fragen erst zur Erörterung kommen:

1) Die erste und wichtigste Hauptfrage ist die über das Wesen desjenigen, was wir *Elektricität* nennen; ist diese ein wirkliches Etwas, ein *ens sui generis*, ein eigenthümliches Fluidum, welches strömt, wenn wir von einem elektrischen Strome reden? Nach FARADAY existirt kein solches Fluidum, vielmehr sind die elektrischen Erscheinungen Folgen einer Kraft, einer Molecularkraft, erzeugt durch den chemischen Einfluss der Körper, auf jeden Fall modificirt durch die Substanzen, welche zwischen zwei Polen, d. h. den Enden solcher Körper liegen, welche den Act der chemischen Zersetzung, von ihm Strom genannt, durch sich hindurchleiten. Hiernach ist er unter allen Vertheidigern der chemischen Theorie allein mit sich consequent, denn er ist nicht gezwungen nachzuweisen, was und wo die Elektricität vor ihrem Erscheinen

war und was nachher aus ihr wird; sie entsteht mit der ch
mischen Action und hört mit dieser auf. Allein diese Hyp
these, welche in Beziehung auf die Volta'sche Säule vielle
unwiderleglich ist, weil hierbei allezeit chemische Actionen v
handen sind und es also der Willkür überlassen bleibt,
man diese für Ursache oder für Wirkungen der Elektric
halten will, vorausgesetzt zugleich, dass das allgemeine Na
gesetz, wonach die Wirkung der Ursache jederzeit in ei
bestimmten Verhältnisse proportional seyn muss, hierbei n
in Anwendung kommt, passt nicht auf alle elektrische Ersc
nungen; denn man wird doch schwerlich annehmen, dass
Blitz, welcher aus einer Wolke herabfahrend die durchbroc
Luft mit Gewalt zur Seite treibt (sogenannte Platzungen) u
unten den mächtigsten Eichbaum spaltet, durch die zwisc
den beiden Polen liegenden materiellen Theile erzeugt
genetisch bestimmt sey. Ebenso wenig wird man geneigt
anzunehmen, dass der elektrische Strom (Kraft), welcher
Kupferdraht durchströmt, in einem genäherten Kupferd
einen inducirten Strom (Kraft) durch Vermittelung der
schenliegenden Luft erzeuge. Wo giebt es einen Fall,
eine Kraft eine andere Kraft erzeugt? Allerdings würde
ses der Fall seyn, wenn die chemische Kraft die elektr
hervorriefe, allein das ist eben die Frage, wobei unmöglich
zu Beweisende durch sich selbst bewiesen werden kann. Ue
haupt, wenn wir von den Kräften in lebenden Wesen ab
hiren, die viel zu dunkel sind, als dass wir aus ihnen Er
rungen hernehmen könnten, die sie vielmehr aus der
Natur erwarten, ist unausgesetzte, bestimmten Gesetzen u
liegende Wirksamkeit dasjenige, was wir mit dem Wesen
Kraft verbinden, und wir haben daher nur eine einzige, a
Materiellen zukommende, vielfach als Cohäsion, Adhäsion
chemische Verwandtschaft durch die Eigenthümlichkeit der
terie modificirte Kraft der Anziehung; allen andern Ers
nungen liegt ein materielles Substrat zum Grunde, dem L
und der Wärme ein Aether, die Erscheinungen des Sch
setzen das Vorhandenseyn wägbarer Materie voraus, und
den mechanischen, hydrodynamischen und aërodynamischen
nomenen hat man dieses noch niemals bezweifelt; wir m
daher auch den elektrischen und magnetischen eine mater
Basis zum Grunde legen, um so mehr, als auf jeden Fal

Digitized by Google

Elektricität sich massenhaft genug zeigt. Ohne dieses würden wir rückschreitend uns wieder in die nutzlosen Speculationen verirren, nach denen die Naturphilosophen im Anfange dieses Jahrhunderts alle Naturerscheinungen auf gewisse Kräfte und deren Modificationen zurückführen wollten. So lange daher FARADAY kein materielles Substrat der elektrischen Phänomene, keine eigenthümliche Elektricität, annimmt, ist eine Verständigung mit ihm nicht wohl möglich, die ohnehin auch dadurch abgeschnitten ist, dass er nach einer jüngsten Erklärung die Einwürfe gegen seine Theorie, die ihm namentlich auf dem Continente entgegengestellt werden, nicht weiter beachten will. Er folgt hierin seinem grossen Landsmann NEWTON nach, welcher, ermüdet durch widerholte Einwürfe, diejenigen unbeachtet liess, die gegen seine Lichtbrechungsversuche aufgestellt wurden; es zeigte sich aber nach etwa einem halben Jahrhundert, dass er seinen unsterblichen Erfindungen auch die der achromatischen Gläser hinzugefügt haben würde, wenn er die von LUCAS gemachten Glassorten und die damit erhaltenen Resultate einer näheren Prüfung unterworfen hätte (Bd. IX. S. 217). FARADAY hat indess, so viel mir bekannt, in dieser Beziehung keinen Anhängern gemacht; alle Elektriker nehmen das Vorhandenseyn eines Etwas, Elektricität genannt, an, und somit ist also dieser erste Satz zugestanden. DE LA RIVE[1] nimmt einen Aether an, welcher durch die chemische Action in Schwingungen versetzt werden soll; allein verhielte sich die Dichtigkeit dieses Aethers zu der der Luft, wie die Wirkungen des Blitzschlages zu der der Schallwellen, so müssten wir ihn bereits genauer kennen. Übrigens ist ein Aether immerhin ein Fluidum, und die chemische Theorie der hydroelektrischen Säule wäre nur dann durch diese Hypothese gerettet, wenn die Art der Erregung der Undulationen mit allen andern in Einklang gebracht würde.

2) An diese erste Frage schliesst sich unmittelbar die zweite, nämlich ob es nur eine oder ob es zwei Elektricitäten giebt. Man hat den lange hierüber geführten Streit neuerdings gänzlich auf sich beruhen lassen, glaubt aber die verschiedenen Erscheinungen nicht aus einem Ueberfluss und einem Mangel erklären zu können, und nimmt daher, sofern die positive Elektricität sich von der negativen verschieden zeigt, zwei Elektri-

[1] Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 225.

citäten an, die sich mit einander vereint neutralisiren. Da
der Natur selten etwas isolirt steht, so lässt sich für die
eigenthümliche Verhalten auch allenfalls ein Analogon find
Kennten wir bloss die beiden Bestandtheile des Wassers u
deren neutrale Verbindung als Dampf, so scheint es uns z
jetzt leicht, das Wesen dieser drei Körper genauer zu ergr
den, es dürfte aber ursprünglich grosse Schwierigkeiten ge
haben, dahin zu gelangen. Wie indess das Wesen bei
Elektricitäten und ihrer neutralen Verbindung auch seyn m
man nimmt einmal, auf Thatsachen gestützt, ihre Existenz
und hofft durch fortgesetzte Bemühungen ihre Wesenheit nä
kennen zu lernen.

3) Sind diese beiden Sätze zugegeben, so folgt
Rücksicht auf die Axiome, wonach es im Bereiche d
uns bekannten Natur weder eine Schöpfung aus
Nichts giebt, noch auch das einmal Vorhandene wieder
das Nichts übergehen kann, dass die auf irgend eine W
zum Vorschein kommende Elektricität schon vorher dagew
seyn muss und nach ihrem Erscheinen und dem Aeusserm
ihrer Wirkungen nicht eigentlich verschwinden, sondern au
andere Körper übergehen oder in den Zustand der Neutr
zurückkehren kann. Genau genommen bestehen also alle
trische Erscheinungen in nichts weiter als in den Aeusserun
beider Elektricitäten bei ihrer Trennung und ihrer Wieder
einigung, welche letztere eine Folge ihrer gegenseitigen
ziehung ist und bei vorhandenen Hindernissen auch lang
geschehen kann, statt dass die Trennung mindestens i
Regel momentan erfolgt.

Diese drei Sätze sind die Grundlage der gesammten E
tricitätslehre; man muss diese sowohl, als auch das gesam
Verhalten aller elektrischen Erscheinungen stets vor Augen
ben, wenn man eine derselben oder eine gewisse Classe
nügend erklären will. Ohne Vollständigkeit zu bezwecken
gen hier noch einige Hauptsätze Platz finden. Zuvörders
es unmöglich, über die Quantität der in einem gegebenen
per vorhandenen neutralen Elektricität irgend eine Messung
zustellen; denn wenn auch durch einen geladenen Cond
in einem genäherten isolirten Körper die eine Elektricität
bunden und die andere abgeführt wird, so lässt sich doch
bestimmen, in wie weit die Trennung beider vollständig g

Digitized by Google

zen sey. Hinsichtlich der dynamischen Elektricität kann überhaupt die Frage gar nicht stattfinden. Zweitens sind die Mittel, die eine Trennung der neutralen Elektricität bewirken und also elektrische Erscheinungen herbeiführen, wahrhaft zahllos, was als allgemein bekannt noch beweisen zu wollen sich nicht der Mühe lohnt. Insbesondere spielt dabei die wechselnde Wärme eine vorzügliche Rolle, und es ist wohl keine zu kühne Hypothese, wenn wir von ihr diejenige elektrische Erregung ableiten, durch welche unsere Erde zu einem Thermomagneten wird. Ueberhaupt ist es für die Erhaltung der Natur ein höchst wichtiges, wo nicht vielmehr ein nothwendiges Gesetz, dass die todte, bloss der Anziehung folgende Materie durch die sogenannten Inponderabilien stets neu aufgeregt wird, indem diese, Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus, einander wechselseitig hervorrufen, wodurch dann zugleich, mindestens vermittelst des Lichts, unsere Erde mit der Gesammtsumme der Weltkörper in Relation tritt.

Das Hauptmittel elektrischer Erregung ist unbestreitbar der Contact, welchem als Basis die durch Berzelius aufgestellte elektrochemische Theorie dient, sofern hiernach jedes Körperelement ursprünglich eine vorwaltende Verwandtschaft zu einer der beiden Elektricitäten hat, und wonach die chemischen Verbindungen durch das Bestreben dieser beiden Elektricitäten, sich gegenseitig zu neutralisiren, vermittelt werden. Wollte man die Sache in dieser Ausdehnung nehmen, so wären alle primären elektrischen Erscheinungen (wozu also die magnetoelektrischen und der Induction nicht gehören, sofern diese sich leichter auf die Hervorrufung des Magnetismus durch Elektricität und Trennung der ruhenden Elektricität durch Magnetismus zurückführen lassen) Folge des einfachen oder des modificirten Contactes. Der Volta'sche Fundamentalversuch, welcher sich leicht auch auf Flüssigkeiten unter sich und mit festen Körpern ausdehnen lässt, steht hier an der Spitze, die Reibung ist, wie Faraday selbst zugesteht, bloss ein stets sich wiederholender Contact, und wenn beim Contacte zweier Körper die Wärme, welche vorhin die neutrale Elektricität zu trennen geneigt ist, mitwirkend hinzukommt, so wird daraus die Entstehung eines Stromes erklärlich, wie nicht minder die in thermoelektrischen Krystallen als Folge veränderter Aggregation der Molecüle hervortretende Elektricität. Indem die Anhänger der Contacttheorie dann

Digitized by Google

weiter annehmen, dass die sich zur Herstellung einer chemisc
Verbindung berührenden Elemente zweier Körper gleichfalls El
tricität entwickeln, erhalten sie ein einfaches Princip, aus w
chem sich, eben wie in der Optik aus der Annahme eines
dulirenden Aethers, alle elektrischen Phänomene ableiten las

Hier tritt aber die chemische Theorie feindlich entge
indem sie behauptet, der Ursprung der Elektricität in der
droelektrischen Säule liege in der chemischen Action der
sigen Leiter gegen die festen Körper oder gegen ein
selbst, wenn zwei Flüssigkeiten vorhanden sind, die Metalle
gegen seyen nicht Erreger der Elektricität, sondern bloss
ter derselben. Nach FARADAY wird hierbei das, was wir E
tricität nennen, aus dem Nichts geschaffen, oder der elektr
Strom besteht bloss aus dem Fortgange der chemischen
setzung durch den flüssigen Leiter der Säule, welcher Fort
dann durch die metallische Leitung fortgeführt diesen zur
trode macht. Nach L. GMELIN[1] giebt jedes Theilchen der
legten Flüssigkeit seine Wärme ab, die für den einen Be
theil zur positiven, für den andern zur negativen Elektr
wird; allein die Physiker werden sich nicht leicht zu d
übrigens durch keine weitern Beweise begründeten, Hypo
wonach die Wärme ein Zusammengesetztes aus beiden
tricitäten seyn müsste, verstehen. Allgemein wird aber
nommen, dass beide Elektricitäten beim chemischen Proces
Vorschein kommen und sich den Enden (Polen) der Elektr
mittheilen. Schliessen wir hierbei die Erzeugung derselben
dem Nichts als mit einer vernünftigen Naturphilosophie
einbar aus, so muss sie nothwendig, und zwar im Zustan
Neutralität, schon vor dem Eintritte der chemischen Action
handen gewesen seyn, und die Frage reducirt sich also in
einfachsten Gestalt darauf, was die eigentliche Ursache
Trennung sey. Die Vertheidiger der Contacttheorie sag
die Trennungen der beiden Elektricitäten durch Berührung
schiedener Metalle unter sich und mit Flüssigkeiten entsch
vor sich gehen, so ist diese Ursache auch in der hydroel
schen Säule thätig; die Anhänger der chemischen Theorie
lassen diese Trennung erst durch die chemische Action b
werden. Da unleugbar jede chemische Action aus dem Co

1 Poggendorff Ann. XLIV. S. 1. 37.

Digitized by Google

(der Vereinigung) der näher verwandten Elemente der Körper besteht, im Momente dieser Vereinigung (des Contactes) aber die Elektricität zum Vorschein kommt, so haben die Vertheidiger der chemischen Theorie die schwere, wo nicht unmögliche Aufgabe, zu beweisen, dass die Trennung der vorher vorhandenen neutralen Elektricität nicht durch den Contact der Flüssigkeit mit dem in Gemässheit unleugbarer Erfahrungen elektrisch disponirten Metalle, sondern durch die gleichzeitige chemische Trennung und Verbindung erfolge. Fest begründete Thatsachen beweisen, dass chemische Wirkungen ebenso wohl durch Reibungselektricität, Thermoelektricität, Magnetoelektricität und den inducirten Strom erzeugt werden, wo doch das, was wir Elektricität nennen, schon früher vorhanden war, dass mithin die Elektricität chemische Wirkungen hervorbringt oder Ursache derselben ist, und es hat daher allerdings vieles wider sich, anzunehmen, dass sie ausnahmsweise und umgekehrt in der hydroelektrischen Säule die Wirkung derselben seyn soll.

Stellt man von diesem allgemeinen, die Gesammtheit aller elektrischen Erscheinungen berücksichtigenden Standpuncte aus beide Theorieen neben einander, so lässt sich der Contacttheorie eine grössere Einfachheit und innere Consequenz nicht absprechen. Der Volta'sche Fundamentalversuch und der dadurch gegebene Beweis, dass durch Berührung der Metalle beide Elektricitäten wirksam hervortreten, lässt sich einmal nicht in Abrede stellen, das Bestreben aber, diese Wirkungen von hypothetischen, nicht nachweisbaren chemischen Einflüssen der Luft abzuleiten, ist dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft, die jede Erscheinung einer möglichst genauen Messung zu unterwerfen für ihre wesentlichste Aufgabe hält, nicht angemessen. Sollte sich die chemische Theorie auf eine gleich sichere Basis stellen, so wäre ihre nothwendige Aufgabe, nachzuweisen, dass durch bloss chemische Action gleichfalls Elektricität entwickelt werde, ja es müsste dieses nicht bloss für einen einzigen Fall nachgewiesen werden, sondern in gleicher Allgemeinheit, als bei der Contacttheorie, für alle chemische Actionen, wenn auch bei einigen die Elektricität minder energisch, sogar bis zum Verschwinden einer genügenden Messung, zum Vorschein kommen sollte. Nach den erwähnten Versuchen Pfaff's, die noch keine genügende Widerlegung gefunden haben, vielmehr durch Böttger bestätigt worden sind, fehlt indess dieser Beweis,

Digitized by Google

mindestens als ein unzweifelhafter und deutlicher, noch übe
Gesetzt aber, er würde vollständig geliefert, so könnte er
Thatsache der elektrischen Erregung durch den Contact eb
wenig als die durch Magnetismus, Induction u. s. w. aufh
oder widerlegen, vielmehr würde die Erzeugung der Elek
tät durch chemische Verbindung oder Trennung (gegeb
oder aufgehobenen Contact) nur ein specieller Fall der a
meinen elektrischen Erregung durch Contact seyn.

Diese allgemeinen, aus Thatsachen unmittelbar oder
nahe unmittelbar abgeleiteten Folgerungen zeigen, dass
Streit keineswegs die Wichtigkeit habe, die ihm meistens b
legt wird; auch würde er schwerlich erhoben worden seyn.
Faraday, dessen grosse Autorität alle seine Landsleute
eine Menge Physiker des Continents zu Anhängern
Theorie gemacht hat, vor dem Aufstellen derselben von J
Versuchen früher Kenntniss gehabt hätte. Diesem schar
gen Forscher konnte die Folgerung nicht wohl entgehen
ein Stück Zink, in verdünnte Schwefelsäure getaucht
Aufnahme des negativen Sauerstoffs nothwendig elektrisch
den müsse, wenn sich der positiv elektrische Wasserst
fernte, vorausgesetzt dass durch diesen chemischen Proc
ruhende Elektricität frei wird. Eben hieraus leitet er
auch den Funken ab, welcher nach seiner Meinung vo
zum Kupfer überspringen sollte. Nachdem er später b
eines Bessern belehrt wurde, hatte er seine Theorie sc
vollständig ausgebildet, als dass er ein nach seiner An
schönes Gebäude, wenn auch auf morschem Fundamente
tet, wieder aufgeben sollte.

Es giebt noch eine Menge Abhandlungen, welche in
Lehre vom Galvanismus wichtige Thatsachen enthalten.
es würde zu viel Raum erfordern, auch nur die Haupt
hier mitzutheilen. Erwähnt zu werden verdienen indes
zugsweise die Untersuchungen, welche Schönbein[1] ü
Einfluss der Elektrolyte auf die Stärke des Stromes e
fachen Kette angestellt hat, insofern unter geeignete
ständen die Zersetzung, die man der Stärke des elek
Stromes proportional setzt, vermehrt oder vermindert od

1 Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 39.

Digitized by Google

aufgehoben wird. Dieser Einfluss wird den Erfahrungen gemäss ausschliesslich durch die chemische Beschaffenheit der zu zersetzenden Flüssigkeit bedingt. So wird reines Wasser durch Gold- oder Platin-Elektroden nicht merklich zersetzt; ist aber die negative Elektrode mit einem Stoffe umgeben, welcher eine grosse Verwandtschaft zum Wasserstoffe besitzt, so tritt merkliche Zersetzung ein, wie das an der positiven Elektrode entwickelte Sauerstoffgas zeigt. Zu den dem Wasserstoff verwandten Körpern gehören Blei- und Silber-Hyperoxyd, Salpetersäure, Chromsäure, Mangansäure, Schwefelsäure, leicht reducirbare Metalloxyde, Chlor und Brom, und die Anwesenheit dieser Substanzen in dem zu zerlegenden Wasser oder ihr Anhaften an der negativen Elektrode begünstigt die Zersetzung. Ist dagegen die positive Elektrode mit einer Hülle von Wasserstoff umgeben oder besteht sie selbst aus einer leicht oxydirbaren Substanz, so tritt eine lebhafte Wasserstoffgasentwickelung an der negativen Elektrode ein. Werden die Elektroden in concentrirte Schwefelsäure getaucht, so zeigt sich keine Zersetzung, wohl aber, wenn die Säure durch Wasser verdünnt ist; befindet sich dagegen in der Zersetzungszelle concentrirte Salpetersäure bei der Anwendung von Gold- oder Platin-Elektroden, so nimmt diese Säure im concentrirten Zustande begierig Wasserstoffgas auf und verwandelt sich in salpetrige Säure, weswegen dann eine lebhafte Zersetzung stattfindet, welche bei Anwendung der verdünnten Säure wieder aufhört.

Handelt es sich um die Ursache dieser Erscheinung, so verwirft Schönbein die Erklärung der Contacttheorie, wonach durch den elektromotorischen Einfluss der Elektroden auf die zu zerlegende Substanz ein neuer Einfluss den durch Contact der Metalle entstehenden verstärken soll, und zwar aus dem Grunde, weil sonst die bei gleichen Elektroden entgegengesetzten Wirkungen sich aufheben müssten. Befindet sich z. B. in der Zersetzungszelle concentrirte Salpetersäure oder Chromsäure, so entbindet sich an den Gold- oder Platinelektroden an der positiven Sauerstoffgas, während an der negativen der Wasserstoff die daselbst vorhandenen Säuren desoxydirt; allein hierbei kann keine elektromotorische Kraft hinzukommen, da beide Elektroden in die nämliche Säure tauchen. Dieses Argument ist aber keineswegs genügend; denn wenn die ganz gleichen Enden eines Platindrahtes in eine Säure eingetaucht werden,

so findet allerdings aus der angegebenen Ursache wegen ga
gleicher Bedingungen kein Strom statt, ist aber die eine Ele
trode anderweitig modificirt, so tritt derselbe allerdings e
Ist daher durch die einfache Säule bereits ein Strom gege
so sind die Elektroden eben dadurch nicht mehr völlig gle
und selbst die Flüssigkeit, deren Zersetzung bereits ein
leitet ist, kann nicht mehr an beiden Puncten als völlig gl
betrachtet werden, so dass also sehr wohl aus diesen Ursac
eine Verstärkung des bereits vorhandenen Stromes entst
könnte. Dass die Ursache ferner nicht in einer Verminder
des Leitungs- und des Uebergangs-Widerstandes zu suchen
soll aus genügenden Gründen hervorgehen, was einstweilen
sich beruhen mag. Von unverkennbarem Einflusse ist die
larisation der Elektroden. Um dieses deutlich zu machen
finde sich reines Wasser in der Zersetzungszelle. Im er
Momente des Stromes setzt sich Sauerstoff auf der posi
und Wasserstoff auf der negativen Elektrode ab, wenn
aus Platin bestehen. Hierdurch werden beide polarisirt.
die Stärke des Stromes kann im zweiten Zeitmomente
mehr gleich gross seyn, weil die Polarität einen secun
entgegengesetzten Strom hervorruft. Dieser letztere k
dem primitiven gleich seyn, allein das umgebende Wasser
einen Theil der zerlegten Substanz weg, und daher wird
ursprüngliche Strom zwar nicht gänzlich aufgehoben, wohl
so geschwächt, dass die Wasserzersetzung unmerklich
scheint. Hat aber die zu zerlegende Flüssigkeit die E
schaft, dass sie den an der negativen Elektrode abgela
oder noch besser den entstehenden Wasserstoff weg
oder findet das nämliche Verhalten in Beziehung auf den S
stoff bei der positiven Elektrode statt, oder ist endlich
Wirkung bei beiden Elektroden gleichzeitig vorhanden
wird hierdurch die Polarisation der einen oder beider El
den und somit der Gegenstrom zum Theil oder gänzlich
gehoben, so muss dadurch der ursprüngliche Strom
schwächt bleiben oder nach Umständen sogar verstärkt w
wenn nämlich die zerlegten Substanzen sich mit den El
den chemisch verbinden und die hieraus entstehenden Ge
von der zu zerlegenden Flüssigkeit im Entstehen wegg
men werden.

Um mit Sicherheit zu bestimmen, ob diese Depolari

Digitized by Google

die einzige Ursache der Verstärkung sey, müsste man das Verhältniss des ursprünglichen Stromes zum Gegenstrom kennen (vergl. **Säule**), was aber nach SCHÖNBEIN unbekannt und vielleicht unmöglich zu ermitteln ist. Aus Gründen findet er indess diese Ursache nicht genügend und glaubt vielmehr, dass die Zerlegung selbst dabei mitwirke, indem z. B. durch Zerlegung eines Atoms Wasser das freigewordene Atom seines einen Bestandtheiles chemisch (zerlegend) auf das nächstliegende Atom Wasser wirke, und so fort. Dass hierdurch eine eigentliche Verstärkung entstehe, scheint mir nicht zu folgen, denn das freigewordene Atom des Bestandtheils kann nicht stärker auf das noch verbundene Atom wirken, als diejenige Wirkung war, die dasselbe zur Trennung brachte, und der Effect reducirt sich nur darauf, dass sich die Zerlegung durch den ganzen Zwischenraum zwischen beiden Elektroden fortpflanzt. Ist ferner die negative Elektrode unmittelbar mit einer Substanz umgeben, welche zum Wasserstoff eine grosse Verwandtschaft besitzt, z. B. Chlor, Brom u. s. w., so muss diese auf den Wasserstoff des benachbarten Wassermolecüls eine Anziehung ausüben und dadurch die Trennung unterstützen. Wenn aber diese Erscheinung der chemischen Theorie zur Stütze dienen soll, so wird umgekehrt die Contacttheorie sie zu ihren Gunsten in Anspruch nehmen, denn sofern einmal sicher die Hauptursache der Erscheinung auf der Polarisation der Elektroden beruhet, so ist der hierdurch erzeugte Gegenstrom gewiss durch die Verbindung (Berührung) der Elektrode mit dem durch Zerlegung gebildeten Bestandtheile bedingt, der unterstützende chemische Process kann aber nicht anders wirken, als dass die bei der Zerlegung getrennten einzelnen Elektricitäten mit ihren Molecülen an die Rheophore übergehen und diesemnach in den schon bestehenden Strom eintreten, wenn wir nicht naturwidrig annehmen wollen, dass der durch die einfache Säule erregte elektrische Strom zerlegend wirke, die durch die Zerlegung erzeugte Elektricität aber diesen unterstütze, also die nämliche Potenz gleichzeitig Ursache und Wirkung sey. Eine Entstehung der Elektricität aus dem Nichts endlich ist wohl an sich einer richtigen Naturphilosophie widerstreitend, und wenn auch wohl mit den Wirkungen der hydroelektrischen Säule, doch auf keine Weise mit den zahllosen übrigen elektrischen Erscheinungen vereinbar.

Digitized by Google

Die sonstigen bedeutenden Zusätze zum Art. **Galvanimus** befinden sich beim Art. **Säule.**

Galvanographie. S. **Galvanoplastik.**
Galvanokaustik. S. **Galvanoplastik.**
Galvanomagnetismus, so viel als Elektromagnetismus. III. 1
Galvanometer. III. 254. IV. 1011. S. **Multiplicator.**

Zus. **Galvanoplastik** oder Bildung durch galvani Elektricität, mit ihren mehrfachen Verzweigungen, ist ber in das Gebiet der Technik übergegangen; der wissensch chen Physik liegt aber ob, die Naturgesetze zu entwick worauf dieselbe beruht, und die Geschichte ihrer Erfind der Nachwelt zu bewahren, worauf wir uns hier beschrä wollen. Dem Wesen nach beruht sie in allen ihren Mo cationen auf dem oben (s. **Galvanismus**) angegebenen FARADAY aufgefundenen Gesetze, wonach die Mengen der d den nämlichen elektrischen Strom zersetzten und wieder bundenen Substanzen einander gleich sind, mithin auch nam lich an beiden Polen gleiche Mengen Sauerstoff frei gem und gebunden werden. Der erste Erfinder der Galvanopla eben wie der Säule von constanter Wirkung ist WACH cher im J. 1830 das Zink nebst der schwach auf das einwirkenden Flüssigkeit in poröse Hüllen, meistens Thierb einschloss und an der zugehörigen Elektrode metallisches pfer aus einer gesättigten Kupfervitriollösung niederschl Im Jahre 1837 erwähnte DE LA RIVE gelegentlich die A gerungen des Kupfers auf Kupfer mit Nachbildung der f sten Figuren[2], ohne dass man dieses jedoch genauer beach der eigentliche Erfinder der Galvanoplastik ist aber JACOB cher die treusten und schönsten Copieen von Medaillen stellte und dafür mit einer Summe von 25000 Silberru wahrhaft kaiserlich belohnt wurde[3]. Gleich nach dem Bekannt den dieser Erfindung zeigte SPENCER[4] seine Elektroty oder Voltaitypen, die er mit Anwendung einer Daniell'sc constanten Säule aus Kupfer gebildet hatte. Eine Er

1 Schweigger's Journ. Bd. LVIII. S. 20—66.
2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XI. p. 274.
3 Die Galvanoplastik u. s. w. Petersb. 1840.
4 Dingler's polyt. Journ. Bd. LXXV. S. 34. Bd. LXXVII. S. 3

Digitized by Google

rung dieser Kunst ging von MURRAY aus, welcher 1840 äusserte, auch nichtleitende Körper liessen sich zur Galvanoplastik verwenden, sobald sie nur einen dünnen leitenden Ueberzug erhielten. Seitdem ist die Galvanoplastik von vielen Gelehrten und Technikern behandelt worden, die Apparate sind ausnehmend vervielfältigt, und auch die dem Wesen nach damit verwandten Verfahrungsarten sind zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gebracht worden. Durch ihre wissenschaftlichen Bemühungen haben sich dabei vorzüglich R. BÖTTGER und der Herzog von LEUCHTENBERG ausgezeichnet, so wie v. KOBELL durch die Erfindung der Galvanotypie und DE LA RIVE nebst RUOLZ als Erfinder der Vergoldung.

Bezweckt man bloss, die Fällung des Kupfers auf galvanischem Wege zu zeigen, so genügt ein einfacher roher Apparat. Man bilde ein Säckchen aus Thierblase, giesse stark verdünnte Schwefelsäure hinein und lege in diese ein Stück Zink mit einem dünnen angelötheten oder fest hineingesteckten Metalldrahte. Diese Vorrichtung wird in ein flaches Glas, eine Untertasse oder auf einen Porzellanteller gesetzt, worin man in der Hitze bereitete Kupfervitriollösung gegossen hat, in welche man das metallische oder mit einem leitenden Ueberzuge versehene Modell legt und mit dem vom Zink ausgehenden Drahte leitend verbindet. Augenblicklich beginnt die Fällung des glänzenden metallischen Kupfers sichtbar zu werden. Die auf solche Weise erzeugten galvanoplastischen Gebilde können nicht schön werden, weil der Grad der Concentration der Kupfervitriollösung stets abnimmt und daher das metallische Kupfer in nicht gleichmässig compactem Zustande niederfällt. Einen für die verschiedensten Operationen sehr brauchbaren Apparat, welcher ganz im Kleinen, aber auch beliebig gross ausgeführt werden kann, hat BÖTTGER angegeben und zur Erzeugung seiner ausgezeichnet schönen Platten benutzt. Ein gläsernes Gefäss a a wird mit gesättigter Kupfervitriollösung bis e e angefüllt und in dieses ein an beiden Seiten offener Glascylinder b b mittelst des umgeschlungenen und an beiden Seiten zusammengedrehten Drahtes c c aufgehangen. Dass man statt des haltenden Drahtes auch einen hölzernen, auf dem Rande des unteren Gefässes aufliegenden Ring wählen könne, liegt nahe bei der Sache. Der untere Theil des Cylinders ist mit einer vorher erweichten dünnen Thierblase überbunden, Fig. 18.

und damit diese nicht abgleite, wählt man zweckmässig Gl
cylinder mit etwas umgebogenem Rande. Ein 1,5 bis 2 L
dicker, nicht geglühter Kupferdraht wird in die Form g
gebogen, bei i so stark zusammengedrückt, dass er an
Wandungen des Glascylinders anliegt, und bei g und f
Ringform gebogen. Zwischen dem unteren Ringe f und
Thierblase beträgt der Raum nur etwa 3 Linien, zwisc
dem oberen Ringe g und der Thierblase dagegen 2,5 bi
Zoll, auch thut man wohl, das in der Kupfervitriolsolution
findliche Drahtende le stark mit Siegellack zu überziehen,
die Ablagerung des Kupfers daselbst zu vermeiden. Beim
brauche füllt man das untere Glasgefäss mit der erkalte
concentrirten und durch Leinwand geseihten Kupfervitri
sung und wirft auf den Boden einige reine Krystalle des
zes, um die Lösung längere Zeit bei gleicher Concentra
zu erhalten, legt die metallisch zu überziehende Form auf
Ring f, senkt den mit dem gebogenen Drahte versehenen
ren Cylinder hinab, legt auf den Ring g eine angem
grosse, dicke und vorher amalgamirte Zinkplatte, füllt den
linder bb bis zur Höhe kk mit Wasser und setzt diesem
was verdünnte Schwefelsäure zu. Nach 24 Stunden hebt
den Cylinder bb nebst seinem Drahte heraus, rührt die Ku
vitriollösung mit einer Glasstange oder einem Holzstäbchen
und legt, wenn die früheren aufgelöst sind, neue Kry
hinein, erneuert das gesäuerte Wasser und reinigt die Z
platte oder ersetzt sie durch eine andere, wenn sie stark
fressen ist. Die Dicke des abgelagerten Kupfers wächs
nehmend, bis zu 1 Linie und darüber im Verlauf von 8 Ta

Neben diesem Apparate verdienen noch die in letzter
mehr in Anwendung gebrachten genannt zu werden, bei de
das zur Ablagerung des Metalles bestimmte Gefäss für
bestehend durch die Elektroden mit einer einfachen oder
sammengesetzten Säule von constanter Wirkung verbunden
Zuvor aber verdient folgender, von Walker beschriebener
parat erwähnt zu werden, weil er sich sehr zu Versuchen
Fig. 19. Kleinen eignet. AB ist ein gläsernes Gefäss, in welche
der einen Seite ein hohler Cylinder p von schwach gebrann
Thon oder von Gyps gestellt ist. In diesen, welcher mit

1 Beiträge zur Physik und Chemie. 2tes Hft. Frkf. 1842. S.

Digitized by Google

säuertem Wasser oder mit einer Auflösung von Kochsalz oder Salmiak gefüllt ist, wird ein Cylinder z von Zink hinabgesenkt. Solche Cylinder können massiv oder aus dem üblichen Zinkblech aufgerollt seyn; jedenfalls ist es aber vortheilhaft, sie vor dem Gebrauche zu amalgamiren und bei anhaltendem Gebrauche die Amalgamirung zu erneuern. Das Glasgefäss ist mit der mehrgenannten Kupfervitriollösung gefüllt, und damit diese stets den nämlichen Grad der Concentration beibehalte, ist oben ein Sieb mit Krystallen dieses Salzes angebracht, welche von der Flüssigkeit berührt werden und durch Auflösung den Abgang ersetzen. Mit dem oberen Ende der Zinkstange ist ein Metalldraht vollkommen leitend verbunden, welcher bei w herabgebogen sich in die Flüssigkeit senkt und am untern Ende die zu überziehende Form m trägt. Dass man auch diesen Draht, so weit er in die Flüssigkeit taucht, überfirnissen und im Allgemeinen die bereits angegebenen Vorsichtsmassregeln in Anwendung bringen müsse, versteht sich von selbst. Dahin gehört auch namentlich, dass man die porösen Thon- oder Gypsgefässe nach jedesmaligem Gebrauche mit reinem Wasser hinlänglich reinige, bis die in sie eingedrungenen Säuren und Salze entfernt sind, weil sie durch die letzteren sonst leicht verstopft und unbrauchbar werden. Bei diesem Reinigen muss jedoch, namentlich bei Thongefässen, das gehörige Mass eingehalten werden, weil sie durch tagelanges Liegen im Wasser zu sehr erweichen, weswegen es besser ist, sie 2 bis 3 Stunden im Wasser liegen zu lassen, dieses mehrmals zu erneuern und allenfalls diesen Process, nachdem sie in der Zwischenzeit wieder mässig getrocknet sind, zu wiederholen. Für Vergoldungen und Versilberungen u. s. w., wobei die zu vergoldenden Stücke selbst das negative Element der Säule bilden, kann man die gewöhnliche Einrichtung der so eben beschriebenen Apparate auch umkehren, um die Quantität der kostbaren Flüssigkeit zu vermindern. Hierzu dient ein gläserner Cylinder, mit gesäuertem Wasser oder einer Salzsolution Fig. 20. bis zu geeigneter Höhe gefüllt, in welches man den unten offenen Zinkcylinder zz senkt und in diesen das poröse Gefäss t, in welchem die zum Vergolden dienende Flüssigkeit enthalten ist. Mit dem Zink metallisch verbunden ist der Draht m, über dessen rechtwinklig gebogenes Ende der Draht n herabhängt, welcher den zu vergoldenden Gegenstand trägt.

Statt der porösen Gefässe wendet BÖTTGER befeuchtet Thierblase an, und es scheint mir fraglich, ob letztere nicht gleich gute oder noch bessere Dienste leistet, da sie nicht kostbar ist, leicht gereinigt werden kann und lange Zeit brauchbar bleibt. Sein Apparat zum Vergolden u. s. w. besteht aus
Fig. 21. einem dicken Brete ll mit zwei Vertiefungen d und f, welche mit Quecksilber gefüllt und durch den Kupferdraht g leitend verbunden sind. Auf dieses Bret setzt man den gläsernen Cylinder aa, dessen Boden durchbohrt und mit dem eingekitteten oben kreisförmig umgebogenen Kupferdrahte b versehen ist, dessen durchgehendes amalgamirtes Ende in das Quecksilber taucht. Auf den Ring b wird ein amalgamirtes Stück Zink gelegt, das Gefäss bis etwa ee mit schwach gesäuertem Wasser gefüllt, dann mittelst der Drähte cc der gläserne Cylinder mm mit überbundener Thierblase ii eingehängt, in welchem sich die zum Vergolden dienende Flüssigkeit befindet. Ein starker Kupferdraht h ist in das Quecksilber f eingesteckt, nach oben umgebogen und am Ende p mit einem feinen Platindraht umwunden, an welchem man den zu vergoldenden Gegenstand befestigt und in die Solution herabsenkt. Unter den vielfach modificirten Apparaten, bei denen die Säule von constanter Wirkung getrennt für sich besteht, möge folgender als Beispiel
Fig. 22. dienen. Ein hohler Cylinder von Kupfer kk wird mit der Auflösung von Kupfervitriol gefüllt und ein oben angebrachtes Sieb ss dient dazu, Krystalle dieses Salzes aufzunehmen. In diesen wird das poröse Gefäss p mit schwach gesäuertem Wasser gestellt, in welchem der Cylinder von Zink z hängt. Das gläserne oder porzellanene Gefäss AB enthält gleichfalls gesättigte Kupfervitriolsolution, in welche das galvanoplastische Modell eintaucht. Dieses hängt an einem Metalldrahte, welcher mit dem starken Kupferdrahte m leitend verbunden ist, dessen anderes Ende mit der Zinkstange vereinigt wird, während der mit dem Kupfer verbundene Draht n in geringer Entfernung von dem Modelle gleichfalls in die Solution taucht. Besser ist es, an diesem zweiten Drahte ein Kupferblech herabhängen zu lassen, weil dann nach dem Wesen der Elektrolyse von diesem Kupfer ebenso viel aufgelöst wird, als sich auf dem Modelle niederschlägt. Dass man diesen Apparat leicht zum Gebrauche des Vergoldens, Versilberns u. s. w. modificiren könne, liegt in bei der Sache, wie auch dass statt der angegebenen einfa

Digitized by Google

...'schen Säule jede andere von constanter Wirkung gleiche ...iste leiste; die constante Wirkung aber ist deswegen er...rlich, weil man eines nur schwachen, aber anhaltenden, ...es bedarf. Anstatt die Formen vertical herabhängen zu ..., kann man sie auch auf eine Unterlage von Glas, Holz Porzellan horizontal legen und in geringem Abstande über eine isolirte Kupferplatte anbringen, welche mit der vom ... ausgehenden Elektrode leitend verbunden ist, während ...lche Verbindung zwischen dem Modelle und dem vom ausgehenden Kupferdrahte stattfindet.

...Allgemeinen lassen sich noch folgende, die Apparate be...de Bemerkungen hinzufügen. Statt der metallenen, glä... und porzellanenen Gefässe lassen sich auch hölzerne ... anwenden, die, um das Eindringen der Flüssigkeiten ...dern, inwendig verpicht seyn müssen, und statt der Thier... und des porösen Thons kann auch weiches, am besten ...-Holz dienen, welches vorher eine Stunde in mit Schwe...re gesäuertem Wasser ausgekocht ist. Solcher Kasten ...ner porösen Scheidewand bediente sich anfangs Jacobi. ...e Flüssigkeit zu erneuern, versieht man jede Abtheilung ...mit einer Oeffnung, worin eine am unteren Ende durch ...harz biegsame Röhre befestigt ist, die gewöhnlich aufrecht ...beim Herabbiegen aber die Flüssigkeit ablaufen lässt. ...nöthig, die Stärke des elektrischen Stromes anhaltend ...zu erhalten, so schaltet man in die Elektrode einen ...licator ein, um die Stromstärke durch die Abweichung ...agnetnadel zu messen. Bei zu grosser Stärke des Stro...wird der Kupfervitriol rascher zersetzt, als sich anderer ..., und das niedergeschlagene Kupfer wird braunroth und ...härent, auf welchem sich dann kein compacter Niederschlag ... absetzt. Zugleich ist die Temperatur von Bedeutung, ... bei hoher der Niederschlag rasch erfolgt, bei sehr nie...r ganz aufhört. Im Allgemeinen bedarf man zur Gal...plastik nur schwacher Ströme, verlangt man aber für ...se Gegenstände stärkere, so kann man mehrere einfache ...n durch Verbindung sämmtlicher Zinkstangen und Ku...pole unter einander zu wirksameren Säulen vereinigen. ...aufgelöste Kupfer, welches sich oberhalb der Formen be...lich auflöst, wird leicht brüchig, und es fallen Theilchen ...demselben auf die Form herab, namentlich wenn diese ho-

Digitized by Google

rizontal liegt. Um dieses zu verhüten, wird feine Leinwa zwischen beiden ausgespannt, welche die herabfallenden Pa tikeln aufnimmt. Statt der porösen Thoncylinder bedient si SPENCER auch der gläsernen oder glasirten, die dann aber u ten offen und mit einer 0,75 Zoll dicken Gypsscheibe v schlossen seyn müssen. Endlich versteht sich von selbst, d man in den von den Säulen abgesonderten Behältern glei zeitig an dem nämlichen Drahte mehrere Modelle aufhän und die einzelnen ohne Nachtheil für die übrigen herausneh und wieder einhängen kann.

Zunächst nach beschriebenen Apparaten kommen die galvanoplastischen Bildungen erforderlichen Formen und M delle zur Untersuchung. In dieser Beziehung verdienen v zugsweise die Kupferplatten genannt zu werden, die man g vanoplastisch nachbilden und zur Vervielfältigung der Abdrü verwenden kann. Ich habe mehrere auf diese Weise cop Platten und deren Abdrücke gesehen, unter allen aber h diejenige entschieden den Vorzug, welche BÖTTGER[1] 12 Z hoch und 9 Z. breit auf einer von FELSING gestochenen K pferplatte dargestellt hat. Die gestochene Originalkupferpl wurde mit Olivenöl sorgfältig eingerieben und wieder abgew und diente dann in dem beschriebenen Apparate in 1 Z. E fernung von der Thierblase zur Aufnahme des nieder schlagenen Kupfers. Alle 24 Stunden wurde die Zinkpl gereinigt oder durch eine neue ersetzt und gleichze die Säure (aus 10 Th. Wasser und 1 Th. englischer Sch felsäure) erneuert, die Kupfervitriollösung aber alle n Tage herausgenommen, mit so viel gepulvertem Kupfervit verstärkt, als sich in der Siedhitze auflöste, durch Leinen trirt und wieder aufgegossen. Nach zehn Tagen ward die Pl herausgenommen, getrocknet, und nach dem Abfeilen Randes kam die Verbindungslinie der alten und der neuen Vorschein; mit Hülfe einer feinen Messerklinge liess sich einer einzigen Stelle eine Trennung bewirken, die dann mit eines vorsichtig eingeschobenen Hornspatels ohne Beschädig der einen oder der andern völlig bewerkstelligt wurde. auf diese Weise gewonnene, eine gute halbe Linie dicke Pl war nur die Patrize der eigentlich zum Gebrauch dienen

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 300.

sie wurde daher mit Aetzkalilösung gereinigt, mit Olivenöl gehörig eingerieben, dieses durch ganz weiches Fliesspapier unter Mitanwendung einer Bürste vollständig entfernt, und dann diente sie durch abermalige Anwendung der nämlichen Methode zur Erzeugung einer neuen Platte, die in 14 Tagen die Dicke einer Linie erreichte. Die für Physiker höchst interessanten Abdrücke derselben gleichen denen des Originals vollkommen; ja nach meinem Urtheil sind sie etwas weicher und daher dem Auge angenehmer. Auch versichert mich ein Kupferdrucker, welcher kleine Platten dieser Art hergestellt hat, diese seyen für den Abdruck dauerhafter, als Originalplatten.

Statt des hier angegebenen Oels zum Einreiben der Originalplatte wählte SPENCER durch Terpentinöl erweichtes Wachs, und der Herzog MAX VON LEUCHTENBERG Talgsäure, was jedoch schwerlich vorzuziehen ist. Nach JACOBI's Angabe kann man die Platte auch mit einer feinen Lage Silber überziehen, wodann die Trennung der neuen Platte leicht bewerkstelligen ist. Zu diesem Zweck taucht man die Platte zehn Minuten lang in eine Auflösung von Chlorsilber in Kochsalzwasser, wodurch der dünne, die Gravirung nicht ausfüllende Ueberzug entsteht[1]. SPENCER brachte in Vorschlag, statt auf die angegebene Weise eine Patrize zu erhalten und von dieser wieder die zum Abdruck geeignete Matrize, Platten mit erhabener Zeichnung nach Art der Lettern herzustellen und zum Abdrucken zu benutzen. Zu diesem Zweck überzieht man eine Kupferplatte mit Wachs, gravirt in dieses, lässt auf die hierdurch entblössten Theile mit 3 Th. Wasser verdünnte Salpetersäure eine kurze Zeit einwirken, damit das gefällte Kupfer besser haftet, bringt sie in den galvanoplastischen Apparat, gibt das niedergeschlagene Kupfer der Gleichförmigkeit wegen durch Schleifen mit Bimsstein und entfernt dann den Wachsüberzug durch Terpentinspiritus. Man kann auch in eine Bleiplatte graviren und über dieser auf gewöhnliche Weise eine Kupferplatte galvanoplastisch darstellen, welche dann die Zeichnung verkehrt und erhaben enthält, mithin zum Abdruck nach Art der Lettern unmittelbar dient.

Medaillen, Münzen, Gemmen und Cameen würden leiden,

---

1 Polyt. Journ. Bd. LXXVII. S. 68. Journ. für pract. Chem. Bd. . S. 143.

wenn man sie unmittelbar galvanoplastisch behandeln und auf die angegebene Weise trennen wollte, nicht zu geden dass hierdurch nur verkehrte Nachbildungen entständen; muss sie daher vorher abformen und die so erhaltenen drücke galvanoplastisch behandeln. Solche Modelle m elektrisch leitend seyn, und man verfiel daher auf die An dung der Metalle, deren Schmelzung aber einen für die me Gegenstände zu hohen Hitzegrad erfordert. Am geeign ist daher nach BÖTTGER's Vorschlage[1] die vielfach von versuchte leichtflüssige Metallmischung aus 8 Th. Wis 8 Th. Blei und 3 Th. Zinn, die bei 86⁰ R. schmilzt. erhält diese zwar etwas strengflüssigere, aber ein fein Korn darbietende Mischung in einem Schmelzlöffel über Weingeistlampe einige Zeit in Fluss, giesst sie dann in für die Grösse des Gegenstandes geeignete Kapsel aus bis zur Dicke von etwa 3 Linien, jenachdem die Erhab ten und Vertiefungen dieses fordern, rührt sie mit einem Eisendrahte so lange durch einander, bis sie auf ihrer fläche blasen- und oxydfrei bei langsamem Erkalten auf Puncten eine gleichförmig dicke breiartige Masse bildet wärmt die abzuformende Münze oder Medaille u. s. w. so als das Halten zwischen den Fingern erlaubt, legt sie auf die Metallmischung und drückt sie mittelst eines unte Kork versehenen Stempels so lange fest auf, bis die Me girung hinlänglich erkaltet ist, damit die Trennung ohne haften kleiner Theilchen leicht und gut erfolgt.

Noch einfacher ist nach BÖTTGER die Anwendung des Man nimmt hierzu gewöhnliches Tabacksblei, reinigt Aetzkalilösung von Fett und Schmutz, bedeckt damit copirende Münze oder Medaille, belegt beide Seiten mit und durch angefeuchteter dicker Pappe und presst das stark mit einer Presse. Das auf diese Weise erhaltene giebt im galvanoplastischen Apparate die schönsten Fi von denen sich das Blei leicht trennen lässt, auf Stanniol gen konnte BÖTTGER nie einen Kupferniederschlag er Da die Modelle von Blei sehr dünn sind, so kann man Wachs auf eine dickere Platte kleben, damit sie mehr stenz erhalten. SPENCER vermochte auch Kupferplatten

1 Neuere Beiträge zur Physik u. Chemie. Frkf. 1841. S. 5.

ndrücken, und leicht ist dieses mit Holzschnitten zu bewerk-
lligen; in beiden Fällen muss man aber das weichere ge-
zte Blei anwenden. Weil endlich das Kupfer auf allen lei-
len Stellen des Modells niederfällt, so thut man wohl, die-
gen, wo dieses nicht stattfinden soll, mit Wachs oder Schel-
firniss zu überziehen und nur dafür zu sorgen, dass zwi-
n dem Ringe oder der Platte, auf welcher die Form liegt,
der Oberfläche der letzteren eine elektrische Leitung statt-
t.

Das Modelliren in leichtflüssigem Metall oder in weichem
ist auf jeden Fall mühsamer, als in leichter schmelzbaren
nach der Erweichung erstarrenden Massen, die wegen
Feinheit die zartesten Eindrücke leicht annehmen, wobei
eich die abzumodellirenden Gegenstände weniger leicht einer
hädigung ausgesetzt sind. Man hat daher verschiedene
e Substanzen angewandt, vorzüglich folgende.

) Wachs, und zwar weisses, welches man schmelzt und
e Zeit mit etwas abnehmender Hitze flüssig erhält. Als-
wird die abzuformende Münze erwärmt, um ein zu schnel-
Erstarren des Wachses zu verhüten, und mit einem nie-
n Rande von Papier oder Carton umgeben, dann mit
r dünnen Schicht Oel überzogen und das Wachs darauf
gossen, welches innerhalb des Randes die Form der Me-
e und auf der berührenden Fläche die Eindrücke der Er-
beiten und Vertiefungen annimmt. Nach dem Erkalten
nd 5 bis 6 Stunden erfolgt die Trennung um so leich-
je niedriger die Temperatur war, was aus der ungleichen
ehnung der beiden sich berührenden Körper folgt. Statt
reinen Wachses kann noch besser eine Mischung aus
h. Wallrath, 2,5 Th. Wachs und 3,5 Th. Hammeltalg
n.

) Talgsäure oder Stearin wurde sehr bald zu Formen
ndt, doch überzeugte sich Walker später, dass eine Mi-
g aus Wachs, Stearinsäure und Graphit die feinen Ein-
e leichter annehme und sich daher besser eigne, da sie
rdem durch den Zusatz von Graphit elektrisch leitend
und den galvanischen Niederschlag von selbst annimmt.
mit lassen sich auch feine Gypsmodelle abformen, wenn
sie auf einen Teller mit siedendem Wasser, die abzufor-

Digitized by Google

mende Seite nach oben, so legt, dass sie über das Wasser
was hervorragen. Ist der Gyps nach einigen Minuten
vom Wasser durchdrungen oder hat man die Oberfläche
etwas Olivenöl überzogen, so wird die Formmasse auf die
gegebene Weise darüber gegossen. In der Regel lässt
die Form leicht vom Gypse trennen, es ereignet sich aber
insbesondere wenn der Gyps der Figuren schlecht ist,
Bruchstücke desselben auf der Form haften bleiben. In
sem Falle könnte man leicht ausser der Figur auch das
dell verlieren, und WALKER räth daher, etwas Schwefel
auf die Bruchstücke zu bringen, 10 bis 12 Stunden der
wirkung der Luft auszusetzen und die Reste des Gypses
mit kaltem Wasser und einem Pinsel fortzuschaffen. D
Masse ist für Formen entschieden die beste.

3) Hausenblase. Zwei Loth Hausenblase werd
einem Mörser zerstossen, in eine Flasche geschüttet und
einer halben Pinte (1,25 ℔) Branntwein versetzt. Die Fl
verschliesst man mit einem Kork, welcher an einer Seite
Einschnitt hat, stellt sie ans Feuer und erhält die Ma
bis 4 Stunden unter wiederholtem Umschütteln im Sieden.
die Hausenblase gehörig aufgelöst, so seiht man sie dur
leinenes Läppchen, füllt sie in eine reine Flasche und
schliesst diese mit einem Stöpsel. Bei der Anwendung
man die Masse durch Wärme wieder flüssig, putzt die
formende Medaille rein, legt sie horizontal, schüttet die
senblase bis zu gehöriger Dicke darüber und lässt sie
nen, was im Sommer bei trocknem Wetter in einigen
erfolgt. Durch Einbringen der Spitze eines Feder
lässt sich die Trennung leicht bewerkstelligen; man erh
sehr feine Form, allein das Verfahren ist mühsam.

4) Gyps nimmt bekanntlich die feinsten Eindrücke an
er eignet sich daher gleichfalls, um Formen daraus zu
tigen. Die Modellirer in Gyps wissen wohl, dass das
pulver leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, wodurch
erhärtete Körnchen entstehn, die der Feinheit der
schaden, und man muss daher nicht mehrere Wochen
sondern frisch bereitetes oder in verkorkten Flaschen
tig aufbewahrtes Gypspulver anwenden. Man thut dann
das Gypspulver in einer kleinen Pfanne unter Umrühren

Digitized by Google

wärmen, wobei es unter Gasentwickelung aufschwillt und zur Anwendung geeigneter wird. Indem man die gehörige Menge Wasser zusetzt und umrührt, bildet sich der Brei, den man über den mit Carton umgebenen Gegenstand, nachdem man die Oberfläche zuvor mit Oel eingerieben hat, giesst und mit einem Pinsel aus Schweinsborsten in die Vertiefungen einreibt, wobei zugleich vorhandene Luftblasen entfernt werden. Alsdann setzt man so viel Gyps hinzu, als zur gehörigen Dicke des Modells erforderlich ist, trennt dasselbe nach dem Erhärten und erhitzt es schwach, um den Rest der Feuchtigkeit zu entfernen. Soll das Modell härter werden, als auf diese Weise geschieht, so kann man auf die erste, nach der angegebenen Methode erhaltene Gypslage trocknes Gypspulver streuen, wodurch eine genügende Härte erzeugt wird. Sonst kann man auch die erhaltenen Modelle mit Wachs oder Stearin tränken, doch weiss ich nicht, ob dieses vortheilhaft ist.

Ausser den metallischen und mit Graphit gemengten Formen sind die übrigen elektrisch nicht leitend, können daher keinen Niederschlag annehmen und müssen für diesen Zweck erst vorbereitet werden. Hierzu hat Murray einen Ueberzug von Graphit in Vorschlag gebracht und Jacobi praktisch angewandt. Man verwandelt den käuflichen Graphit in ein feines trocknes Pulver, haucht mässig stark auf das Modell, taucht mit einem weichen Pinsel in das Pulver und überfährt damit rasch die Oberfläche, was man so lange wiederholt, bis ein glänzender Ueberzug erzeugt ist. Erscheint die Oberfläche an einigen Stellen beim Anhauchen weiss, so muss man die Operation wiederholen, bis eine blanke Oberfläche, ähnlich der des Graphits, erzeugt ist. Vom Rande der Form entfernt man den Graphit mit einem Messer; an einer Stelle aber muss ein Draht angelegt werden, welcher mit dem Ringe oder der Platte, worauf die Form ruht, auf jeden Fall mit der vom Zink ausgehenden Elektrode verbunden ist, zu welchem Ende man die Berührungsstelle mittelst des Pinsels mit Graphitpulver bestreicht, ohne dass sich das letztere irgendwo haufenweise ablagert. Uebrigens ist es unnöthig, hierbei ängstlich zu seyn, denn wenn auch eine Stelle nicht hinlänglich leitend gemacht ist, so kann man die Form wieder aus der Lösung nehmen und nach dem Trocknen die fehlerhafte Stelle überziehen; besser ist es indess, die Form gleich anfangs gehörig vorzurichten.

Digitized by Google

Spencer[1] wandte statt des Graphits einen dünnen Ueberz von Silber an. Zu diesem Zweck wirft man ein Stück Ph phor in ein Fläschchen mit Alkohol oder Terpentinspirit taucht dieses einige Minuten in heisses Wasser und schütt bis der Phosphor aufgelöst ist, worauf die Mischung in ein gut verstopften Glase aufbewahrt wird. Dann giesst man sal tersaure Silbersolution in ein flaches Gefäss und taucht die Ob fläche der Form in dieselbe, bis eine genügende Menge ein drungen ist; auch kann man mit einem weichen Pinsel den e nicht genässten Stellen nachhelfen. Hierauf hängt man Form unter einer Glocke auf, unter welche man auf heis Sand ein Uhrglas mit einigen Tropfen der Phosphorsolut setzt, bis die Farbe der Oberfläche von Braun in Grau und Schwarz übergegangen ist. Ein Ueberzug von Chlorgold lä sich der Kostbarkeit wegen weniger empfehlen, Böttger erhitzt einige Gran Phosphor mit Weingeist und etwas und leitet das sich entwickelnde Gas in den Raum, worin das mit der Silbersolution präparirte Modell befindet; ein V fahren, welches leichter und von sichererem Erfolge seyn so Nach Meillet bereitet man eine Solution aus 10 Th. Was 10 Th. Salpetersäure und 8 Th. krystallisirtem salpetersau Silber, der man für fettige Modelle noch etwas Gummi zuset muss. Hiermit überstreicht man das Modell, lässt es gut trocknen und bringt es dann über ein Gefäss, worin sich W serstoffgas aus gewöhnlichem Zink und Schwefelsäure entwick damit das hierbei freiwerdende Schwefelwasserstoffgas Sch felsilber bildet, wodurch die Oberfläche ein graues Anseh hält. Statt des Wasserstoffgases kann man (ohne Zweifel n einfacher) die Oberfläche mit verdünnter Schwefelkalilösung üb streichen. Selbst Glas kann man mit einer sehr concentri Lösung von salpetersaurem Silber, durch etwas Gummi verdi überstreichen und über einer Weingeistflamme trocknen, wod das Silber reducirt und zur Aufnahme des galvanoplastisc Kupfers geeignet wird. Will man die erhaltenen Münzen br ziren, so kann dieses am leichtesten durch eingeriebenen G phit geschehn. So kann man auch ausgespannten Tüll Wachs tränken, von dem Ueberfluss zwischen Löschpapier

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 376.

2 Ann. der Pharm. Bd. XXXIX. S. 180.

Digitized by Google

freien, durch Graphit leitend machen und dann galvanoplastisch mit Kupfer überziehen [1]. Nach JACOBI's Angabe erhielt eine aus Stearin verfertigte Figur durch Graphit eine leitende Oberfläche, auf welcher sich dann eine dünne Kupferschicht niederschlug. Das Stearin wurde dann herausgeschmolzen, der Rest mit Terpentinspiritus ausgewaschen, die hohle Figur mit Kupfervitriollösung gefüllt, in diese eine Thierblase mit gesäuertem Wasser und einem Stück Zink gehangen, und letzteres durch einen Draht mit der hohlen Figur verbunden, in welcher sich dann ein so dicker, das erste Original genau darstellender, Ueberzug bildete, dass man die Hülle durch Zerreissen davon ablösen konnte [2].

Man hat sich mehrseitig bemüht, die Daguerrebilder galvanoplastisch darzustellen, und hat hierin wirklich das vorgesetzte Ziel erreicht, indess sind die Methoden weit schwieriger, die Erfolge minder sicher und die Erzeugnisse nicht so vollendet, als bei der gewöhnlichen Galvanoplastik, die daher allezeit den Vorzug behalten wird. Der Erste, dem es gelang, Daguerrebilder galvanoplastisch zu copiren, war GROVE [3]. Halten wir uns hierbei blos an das praktische Verfahren, so ist dieses folgendes. Die das Daguerrebild enthaltende Platte wird auf der Rückseite und am Rande mit Gummilackfirniss überzogen, und ebenso eine gleich grosse Platinplatte, welche auf der andern Seite mit Platinpulver überzogen ist. Beide Platten behalten am Rande nur eine einzige freie metallische Stelle, die man mit den Elektroden verbindet. Man spannt dann beide Platten mit ihren freien Seiten einander parallel in einem Abstande von 0,2 Zoll gegenüber in einen Rahmen und taucht sie senkrecht in ein Gefäss, welches eine Mischung von 2 Theilen Salzsäure und 1 Theil Wasser dem Volumen nach enthält. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dient ein Element einer Grove'schen Säule, worin das Platinblech eine gleiche Grösse, als die Daguerreplatte haben soll; die vom Platin ausgehende Platin-Elektrode wird mit der freien Stelle der Daguerreplatte, der vom Zink aus-

---

1 Proceedings of the Electrical Soc. T. II. p. 117.

2 Herzog MAX VON LEUCHTENBERG im Journ. für pract. Chem. XXIII. S. 146.

3 Proceedings of the Electrical Society. T. I. p. 94 von 1841. Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XIX. p. 247. T. XX. p. 24. Journ. für pract. Chem. Bd. XXV. p. 291.

gehende Draht gleichfalls Platindraht, mit der freien Stelle Platinplatte in Berührung gebracht und genau 25 bis 30 Sec den darin erhalten; eine schwächere Säule würde längere erfordern, vielleicht aber bessere Resultate geben. Man n den Rahmen aus dem Gefässe heraus, könnte ihn aber w einsenken und den elektrischen Strom noch einige Secu wirken lassen, wenn das Präparat nicht vollendet wäre. herausgenommene Platte wird mit Wasser gewaschen, in Kasten mit sehr verdünntem Ammoniak, die braune Zeichn nach oben, gelegt und mit Hülfe von etwas Baumwolle abgerieben, bis aller Niederschlag gelöst ist, dann heraus nommen, gewaschen und getrocknet. Solche Platten eignet sehr zu galvanoplastischen Bildungen, die in gehöriger über ihnen erzeugt zum Drucken benutzt werden können; niger lassen sie sich zu Abdrücken unmittelbar verwenden. wenn die Aetzung mit Salzsäure so gering ist, dass die st Züge nicht verwischt werden, so dringt die Druckersch nicht in die Vertiefungen, hat aber die Salzsäure stärker g so werden die feinsten Züge zerstört. Daguerrebilder lassen auch unmittelbar als Formen zu galvanoplastischen Erzeugn verwenden, allein man erhält dann nur einen einzigen schw Abdruck und zerstört das bessere Original.

Dr. Berres hat drei etwas von einander abweichende thoden angegeben, die Daguerrebilder zu ätzen, die j nicht auf silberplattirten, sondern auf feinen massiven S platten erzeugt seyn müssen. Nach der ersten Methode die auf der Rückseite mit Asphalt überzogene Platte in Mischung von 7,5 Th. Salpetersäure (40° Beaumé) und 7 len Wasser gelegt und nach erfolgtem Angriffe, welcher durch eine leichte milchige Trübung kund giebt, anhaltend schaukelt, um das sich ansammelnde salpetersaure Silber entfernen und die amalgamirten Stellen mehr zu schützen. bald das Metallbild stark hervortritt und die Halbtöne sic werden, wird die Platte herausgenommen, mit Wasser, mit flüssigem Ammoniak gewaschen und durch Schwinge der Luft schnell getrocknet. Nach der zweiten Methode die Platte in die angegebene Säure, d. h. von 17—18 so lange gelegt, bis die dunkeln (also im Bilde blanken, geluden) Stellen einen zarten Angriff zeigen, dann mit Wa und, wenn viel Höllenstein gebildet ist, wohl auch mit flüss

Ammoniak gewaschen und nach wiederholtem Reinigen mit Wasser in eine 12- bis 13gradige Säure gelegt. Diese lässt man 12 bis 18 Stunden, je nach verlangter tieferer Aetzung, einwirken, bis die Flüssigkeit bläulich und das Bild schwarz erscheint; die Platte wird mit Wasser gewaschen, mit Terpentinspiritus und Alkohol gereinigt, und kann sowohl zum Abdrucken einiger hundert Exemplare, als auch zu galvanoplastischen Bildungen benutzt werden. Nach der dritten Methode wird die Platte der Einwirkung einer Säure von 9 Grad so lange ausgesetzt, bis sie tief genug geätzt ist, auch wohl gegen das Ende des Processes einige Secunden einer Säure von 20 bis 24 Grad, dann gereinigt und getrocknet. Das ganze Verfahren beruht also darauf, dass die Salpetersäure die freien Stellen der Platte früher und stärker angreift, als die mit Quecksilber bedeckten [1].

An die Galvanoplastik schliesst sich die **Galvanographie**, eine Erfindung, welche v. KOBELL im J. 1840 zu einem hohen Grade der Vollendung brachte [2] und die ihm daher als Urheber zugehört, obgleich SMEE [3] ein ähnliches Verfahren gleichfalls angewandt hatte. Die Aufgabe ist, Zeichnungen galvanoplastisch zu copiren, und das hierzu erforderliche Verfahren wird auf folgende Weise beschrieben. Die Zeichnung wird mit geeigneten Farben [4], deren Bindemittel aus einer Auflösung von Wachs und etwas Dammerharz in Terpentinspiritus besteht, auf eine silberplattirte polirte Kupferplatte so aufgetragen, dass die lichtesten Stellen ganz frei bleiben, die anderen nach dem Verhältniss der grösseren Dunkelheit eine dickere Lage erhalten. Die Farbe darf nur so viel Bindemittel haben, dass sie zwar anhaftet, aber nach dem Trocknen bloss matt erscheint. Für sehr tiefe Schatten werden die Stellen nachträglich mit Oelfarbe übertragen und mit Graphitpulver bepudert, welches nach dem Abklopfen einen sammetartigen Ueberzug zurücklässt. Die so vorgerichtete Platte wird auf eine etwas grössere, am Rande durch Wachs isolirte Kupferplatte gelegt, von welcher ein

1 Ann. d. Pharmacie. Bd. XXXVI. S. 337. Ueber ein neuerdings von FIZEAU empfohlenes Verfahren s. **Daguerrebilder.**

2 Die Galvanographie. Münch. 1843.

3 Lond. and Edinb. Phil. Journ. T. XVI. p. 530.

4 Die galvanographischen Farben sind bei dem Farbenfabrikanten, ... in München käuflich zu haben.

Digitized by Google

Streifen ausgeht, um die metallische Leitung zum Zink abzuge Letzteres befindet sich in einem Tambourin, über dessen unt Oeffnung Pergament ausgespannt ist und welches auf Füssen 1 bis 1,5 Z. ruhet und über die Platte mit der Zeichnung ges wird. Zur Elektrode dient eine auf das Zink gelegte Bl platte mit einem 5 Z. langen und 1 Z. breiten Streifen, dess anderes Ende man mit einer Klemmschraube an den Kupf streifen der unteren Platte presst. Die Platten liegen in ein ausgepichten hölzernen Kasten, besser in einer gläsernen o porzellanenen Schale, welche mit einer Mischung von ein gleichen Volumen von Kupfervitriol in Wasser gelöst und Kupfervitriol in Glaubersalzlösung gefüllt ist. In diese w die Trommel so eingesenkt, dass das Pergament etwas un das Niveau der Flüssigkeit eintaucht; die Zinkplatte wird in Trommel auf Glasstäbe gelegt oder sonst in einiger Entfern vom Pergament gehalten, die Trommel bis über die Zinkpl mit gesäuertem Wasser gefüllt, und dann erzeugt sich in 3 4 Tagen über kleineren, in 6 bis 8 Tagen über grösse Platten eine hinlänglich dicke galvanoplastische Platte von l länglicher Dicke. Die bereits angegebenen Vorsichtsmassreg Erneuerung der Kupfervitriollösung, der Zinkscheibe und Säure, Reinigung der Trommel und des Pergaments, gehör Regulirung des elektrischen Stromes u. s. w. sind auch hie zu beachten. Die Trennung der neuen Platte wird auf angegebene Weise bewerkstelligt, dann entfernt man die e anhaftenden Farbetheilchen durch Aether und Baumwolle, p sie mit weichem Leder und Knochenasche, und sie ist zum drucken fertig. Indess kann man auf dieser nach Vorn der etwa erforderlichen Correctionen abermals eine Kupferp galvanoplastisch darstellen, und auf dieser nach abermal Corrigirung eine dritte, die dann zum Abdrucken am geeig sten ist. Geschehen diese Verbesserungen durch Auftragen Farben, so ist dabei nichts weiter zu berücksichtigen, die Anwendung des Schabers oder Grabstichels vorgenomme würden aber ein Zusammenwachsen der neuen mit der al Platte herbeiführen, und Kobell giebt daher der ganzen al Platte einen feinen Ueberzug von Silber. Zu diesem Ende w eine etwas verdünnte Auflösung von Höllenstein unter fleiss Umrühren in eine gesättigte Kochsalzlösung bis zur Bild eines nicht weiter auflöslichen Niederschlags von Chlorsil

Digitized by Google

eingetröpfelt; den Niederschlag lässt man sich absetzen und gebraucht die klare Flüssigkeit. Die Platte wird hierauf mit Leder und an der Luft zerfallenem Kalk geputzt und dann in die Flüssigkeit gelegt, nach 5 bis 15 Minuten vollkommen versilbert herausgenommen, getrocknet, mit Leder abgerieben und dann zur Bildung der galvanoplastischen Platte in den Apparat gelegt. Um aus dem Niederschlage des Chlorsilbers das regulinische Metall wieder zu erhalten, sammelt man ihn auf einem Filtrum, schüttet ihn in ein Glas mit Wasser, legt einige Stücke Zink hinzu, nimmt diese nach etwa 24 Stunden wieder heraus, giesst die Flüssigkeit ab, überschüttet den metallischen Rückstand mit verdünnter Salzsäure, um etwaige Reste von Zink wegzuschaffen, und kann dann das Silber in Salpetersäure wieder auflösen.

An die Galvanographie schliesst sich auf gleiche Weise die durch Osann erfundene **Galvanokaustik** oder die Kunst, Metallplatten auf galvanischem Wege zu ätzen[1]. Schon früher versuchte derselbe, fein vertheiltes metallisches Kupfer über Münzen und Medaillen stark zu pressen, und erhielt auf diese Weise genaue Copien[2], allein da sich hierzu nur harte Gegenstände eignen und die Galvanoplastik bereits ein so weites Feld eröffnet hatte, so fand das Verfahren keine Nachahmer. Wichtiger dürfte die neue Erfindung der Galvanokaustik seyn; wenigstens müssen die gelieferten Probedrücke für befriedigend gelten. Das dabei anzuwendende Verfahren ist folgendes. Wie oben bemerkt, löst der vom Kupferpole einer einfachen Volta'schen Säule übergehende Strom eine in Kupfervitriollösung aufgehängte Platte auf, führt dieses Kupfer zu einer andern, mit ihr parallelen leitenden, mit der Zinkelektrode verbundenen Platte hin und stellt es daselbst metallisch wieder her. Ist daher die erste Platte an einigen Stellen mit einem Ueberzuge bedeckt, auf welchen die Kupfervitriollösung nicht wirkt, so werden nicht diese, wohl aber die übrigen Stellen aufgelöst, und hierdurch muss nothwendig eine Figur erzeugt werden. Zum Elektrometer gebraucht Osann eine einfache Säule aus einem kupfernen Kasten mit eingehängter Zinkscheibe und eingegos-

1 Die Anwendung des hydroelektrischen Stromes als Aetzmittel von G. W. Osann u. s. w. Würzb. 1842. 8.

2 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 406. Bd. LIV. S. 303.

senem, 5 Procent Schwefelsäure enthaltendem Wasser. Um Wesentlichste kurz mitzutheilen, möge nur bemerkt werd dass nach angestellten Versuchen alle einfache Ketten sich dieses Verfahren eignen, und man wird daher diejenigen w len können, die zunächst zur Hand sind. Die zu ätze Metallplatten können gleichzeitig auf einer oder auf zwei ten geätzt werden, im letzteren Falle aber müssen ihnen gleich grosse Platten in geringem Abstande parallel gegenü stehen. Auf die zu ätzende Platte wird für die nicht aufzu senden Stellen Schrift oder Zeichnung mit einem Firniss zusammengeriebenem Kienruss, venetianischem Terpentin Terpentinöl aufgetragen. Verlangt man bloss eine Zeichn so bringt man diese Platte auf kurze Zeit in den galvano stischen Apparat und erhält dann nach dem Abputzen ders die Zeichnung blank, die andern Stellen matt; soll dagegen Platte zum Abdrucken benutzt werden, so überzieht man mit dem angegebenen Firniss und ätzt sie im galvanoplasti Apparate tiefer. Um einen dunkeln Grund zu erhalten, man die überfirnisste Platte mit einer Theilmaschine lini Für Kupferplatten wird der Kasten, worin sich die zu ätz und die ihr parallele, die Auflösung wieder aufnehmende P befinden, mit aufgelöstem Kupfervitriol gefüllt, für Zinnpl dagegen, die zu diesem Gebrauche noch geeigneter seyn s dient eine Auflösung von Zinnchlorür in Wasser als geeign Aetzmittel.

Die Galvanoplastik ist zwar in der angegebenen Weise zu te schen Zwecken benutzt worden, weit mehr aber in derjenig dification, wonach ein gegebenes Metall einen dünnen, aber b benden metallischen Ueberzug erhält. Bei dem beschrieb Verfahren muss über den Formen von nicht metallischen K pern eine sehr dünne leitende Lage gebildet werden, die Nachtheil in das niedergeschlagene Metall übergeht; meta Modelle erfordern dagegen eine Vorbereitung, welche die T nung des niedergeschlagenen Metalls möglich macht; ist d gen die Metallfläche rein metallisch, dann verbindet sich niedergeschlagene Metall mit ihr so innig, dass eine Trenn beider unmöglich wird, und eben dieses ist es, was man gleichförmiger Verbreitung und hinlänglicher Feinheit von Ueberzügen edlerer Metalle über minder edle verlangt. früher bekannten Verfahrungsarten, solche Ueberzüge zu er

Digitized by Google

waren mühsam, zum Theil der Gesundheit nachtheilig, und rdem hätte der Arbeiter die ganze gleichförmige Verbrei- und beliebige Feinheit des Ueberzugs nicht völlig sicher ser Gewalt und die Technik ergriff daher begierig das ihr dargebotene Mittel. Die gesammten hierher gehöri- Verfahrungsarten werden nach den Metallen bezeichnet, die Ueberzug bilden; man bringt die zu überziehenden Stücke e geeignete Auflösung des erforderlichen Metalls, verbin- ie leitend mit der Elektrode des positiven Metalls der ein- Säule, am besten der von constanter Wirkung, und lässt lbst das negative Element dieser Säule bilden. Hiernach n die galvanische (eigentlicher galvanoplastische) Vergol- Versilberung, Verplatinirung, Ueberkupferung u. s. w., die meistens nur durch die Bereitungsart der geeigneten So- en unterscheiden und daher einzeln beschrieben zu werden nen.

) **Vergoldung.** Es ist oben erwähnt worden, dass Wach im 1830 gleichzeitig die Säule von constanter Wirkung und lvanoplastische Ablagerung des Kupfers wahrnahm, ohne weder er selbst noch die vielen Physiker, die zunächst ihm sich mit galvanischen Untersuchungen beschäftigten, dieser beiden Erfindungen weiter förderten, bis die erste Daniell und Becquerel, die zweite durch Jacobi die unserer Kenntnisse so bedeutend erweiterten. Noch allender muss es aber erscheinen, dass gleich nach der Er- ng der Volta'schen Säule im Jahr 1803 Brugnatelli mit- des elektrischen Stromes vergoldete, ohne diese Ent- ung weiter zu verfolgen. Den metallischen Niederschlag hrte er an Elektroden von Gold, Silber und Platin, ja er noch weiter und vergoldete Silbermünzen, indem er sie st eines stählernen Drahtes mit dem negativen Pole der e verband und in eine gutgesättigte, für diesen Zweck tete Lösung von Ammoniakgold eintauchte [1]. Unmittelbar h der Bekanntwerdung der Galvanoplastik wurden von meh- n Seiten Versuche des Vergoldens gemacht, bei denen die fahrungsarten sich vorzüglich durch die gewählten Goldso- ionen unterschieden, die wegen ihrer Kostbarkeit von grosser

1 Annali di Chimica. 1803. Van Mons Journ. de Chimie et de Phys.

Digitized by Google

Wichtigkeit für die praktische Anwendung sind. Zuerst g lang es De la Rive, eine geeignete Solution und ein ang messenes Verfahren zu einer dauerhaften Vergoldung aufzufi den[1], weswegen ihm auch das pariser Institut die Hälfte für Vergoldung ohne Quecksilber ausgesetzten Preises zu kannte. Gleichzeitig machte Böttger seine Methode des V goldens bekannt, wobei er sich seines oben (Fig. 21) beschr benen Apparates bediente. Die vorgeschlagene Goldsolut enthält 1 Th. trocknes und möglichst säurefreies Chlor auf 250 bis 300 Theile Wasser; der zu vergoldende Geg stand bleibt höchstens eine Minute in der Solution, wird herausgenommen, gewaschen und schnell mit Leinwandläpp unter ziemlich starkem Reiben getrocknet. Diese Operat wird etliche Male wiederholt, jenachdem die Vergoldung st ker seyn soll. Auf diese Weise lässt sich Silber, Messing Stahl sehr gut und mit einer Politur, wie sie vorher war golden, fein mit Oel polirter Stahl dagegen nimmt das G nicht an, und auf Kupfer nimmt sich die Vergoldung nicht aus, wenn es nicht vorher platinirt worden ist[2]. Einige V besserungen der bekannt gewordenen Methoden brachte E ner[3] in Vorschlag, namentlich dass man die Goldsolution verdünnen und mit kohlensaurem Natron neutralisiren m wenn sie auf Lakmus sauer reagire, und dass durch Salz von ihrem blauen Ueberzuge befreite Stahlfedern, eben Kupfer, einen Goldüberzug auch ohne Einwirkung des g nischen Stromes annehmen. Bei seinen galvanoplastischen suchen gelangte Smee gleichfalls dahin, die Metalle mit dickeren oder dünneren Lage Gold, Platin und Palladium überziehen[4], Walker aber wandte zur Vergoldung eine k bige elektrische Säule von constanter Wirkung an und ver diese mit einem abgesonderten Gefässe, worin sich eine sung des Cyangoldkalium befand. Der darin liegende zu goldende Gegenstand war mit der vom Zink ausgehenden E trode leitend verbunden, die vom Kupfer ausgehende aber

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LXXIII. p. 398.

2 Neuere Beiträge für Phys. u. Chem. S. 97.

3 Journ. für prakt. Chem. Bd. XXIII. 148.

4 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XVI. p. 315. 422. 530.

Digitized by Google

einer Goldplatte, von der sich daher ebenso viel auflöste, als zur Vergoldung verwandt wurde[1].

Allgemein bekannt, hauptsächlich in England und Frankreich, wurden die Bemühungen von ELKINGTON und RUOLZ. Ersterer übte schon früher ein in beiden Ländern patentirtes Verfahren einer rein chemischen Vergoldung, welches darin besteht, dass man Gold in Königswasser löst, das erhaltene Goldchlorit mit einem sehr grossen Ueberschuss einer Lösung von doppelt kohlensaurem Kali vermischt, einige Zeit damit kocht und die zu vergoldenden Gegenstände von Messing, Bronze oder Kupfer in die noch siedende Flüssigkeit taucht. Die Vergoldung sitzt vollkommen fest, hat aber nicht die Dicke der durch Quecksilber erhaltenen. Nach Bekanntwerdung des galvanischen Verfahrens nahm ELKINGTON auf das von ihm hierfür aufgefundene ein Patent. Er nimmt 31,25 Grm. in Oxyd verwandeltes Gold, setzt 5 Hektogr. Cyankalium und 4 Liter Wasser hinzu und kocht das Ganze eine halbe Stunde. In diese Flüssigkeit, die heiss besser als kalt vergoldet, leitet man die Elektroden einer Säule von constanter Wirkung und setzt den zu vergoldenden Gegenstand mit dem negativen Pole in leitende Verbindung. DUMAS prüfte dieses Verfahren und fand, dass man danach zu beliebiger Dicke vergolden könne, doch sey das Cyankalium theuer, als Auflösung schwer aufzubewahren und daher die Vergoldung vielleicht kostbarer als mit Quecksilber. Wenige Tage nachher nahm RUOLZ ein Patent auf seine Methode, die sich nicht bloss auf die Vergoldung, sondern auch auf andere metallische Ueberzüge erstreckt. Auch er brachte eine beliebige Volta'sche Säule in Anwendung und verband den zu überziehenden Gegenstand mit dem negativen Pole. Als Lösungen dienten 1) Goldcyanid in einfachem Cyankalium gelöst; 2) Goldcyanid in gelbem Cyaneisenkalium gelöst; 3) Goldcyanid in rothem Cyaneisenkalium; 4) Goldchlorid in denselben Cyaniden; 5) Goldchloridkalium in Cyankalium; 6) Goldchloridkalium in Natron, Schwefelgold in neutralem Schwefelkalium gelöst. Die drei letzten Flüssigkeiten sind die besten, die letzte aber ist die allerbeste; man kann damit Platin, Silber, Kupfer, Packfong, Stahl, Eisen und Zinn (letzteres wenn es mit Kupfer dünn überzogen ist)

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XIX. p. 328.

Digitized by Google

bis zu beliebiger Dicke vergolden[1]. Nicht öffentlich bekannt geworden ist das Verfahren des Dr. HIMLY, weil er es für eine ansehnliche Summe nach England verkaufte; auch hat DE LA RIVE seine Methode später verbessert, worüber, eben wie über verschiedene andere Einzelnheiten dieses Verfahrens, BECQUEREL ausführliche Nachricht giebt[2].

Alle zu vergoldende, zu versilbernde u. s. w. Flächen müssen rein seyn, und es ist daher erforderlich, sie mit einer alkalischen Lauge zu reinigen, wenn sie fettig sind, auch thut man wohl, sie vorher mit etwas verdünnter Säure zu überstreichen. Statt des beschriebenen, von BÖTTGER angegebenen Apparats kann man zum Vergolden jedes beliebige gläserne oder porzellane Gefäss wählen, die Goldsolution hineingiessen, den zu vergoldenden Gegenstand hineinlegen oder darin aufhängen, die vom Kupfer ausgehende Elektrode in die Flüssigkeit tauchen und mit der vom Zink ausgehenden den zu vergoldenden Gegenstand durch Berührung in leitende Verbindung bringen. Es ist kaum nöthig, zu bemerken, dass man für den Fall fortdauernder Vergoldung wohl thun würde, die eingesenkte Elektrode mit einem Stück feinen Goldes zu verbinden, in welchem Falle die Solution durch Auflösung so vielen Goldes, als niedergeschlagen wird, unverändert bleiben und es auch zweckdienlich seyn würde, diese Elektrode von Gold zu wählen. Sind die zu vergoldenden Stücke gross, so muss man des gleichmässig dicken Ueberzugs wegen die Berührungsstelle der vom Zink ausgehenden Elektrode wiederholt wechseln, oder nach BÖTTGER's Angabe die zu vergoldenden Stücke nur kurze Zeit dem elektrischen Strome aussetzen, öfter herausnehmen und abwaschen, wobei dann die Berührungsstellen von selbst wechseln. Als praktisches Verfahren empfiehlt Dr. KAISER[3], auf einen Ducaten 2 Loth Königswasser von 1,22 spec. Gewicht zu nehmen und bis zum Sieden zu erhitzen. Ist die Auflösung vollendet, so hält man sie in einem Porzellannäpfchen über einer Weingeistlampe, bis allmälig und mit Vermeidung zu starker Hitze die verdampfte Säure das Ansetzen einer rothbraunen

---

1 S. den Bericht von DUMAS in Compt. rend. T. XIII. p. [illegible] Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 160.

2 Compt. rend. T. XIV. p. 135.

3 Baiersches Kunst- und Gewerbeblatt. 1842. Mai.

Digitized by Google

Masse an den Wandungen des Näpfchens erlaubt, worauf man es vom Feuer entfernt und nach dem Erkalten eine dunkelroth-gelbe krystallinische Masse erhält. Dieses Chlorgold wird gewogen, und man nimmt auf 1 Gewichttheil desselben 10 Gewichttheile Blutlaugensalz und 100 Gewichttheile Wasser. Die anfangs grünliche und trübe Flüssigkeit wird dann noch einmal in einem Porzellannäpfchen bis zum Sieden erhitzt, und dabei geprüft, ob sie sauer reagirt, also Lakmuspapier röthet, in welchem (seltenen) Falle man gerade so viel aufgelöste gereinigte Pottasche zusetzen müsste, bis die Säure neutralisirt ist. Dann wird die Flüssigkeit filtrirt und zur Anwendung benutzt, wobei es indess selbst vortheilhaft ist, sie mit noch mehr Wasser zu verdünnen. Sehr räthlich ist, die zu vergoldenden Stücke, wozu sich besonders die von Argentan eignen, nur wenige Secunden in der Auflösung eingetaucht dem schwachen elektrischen Strome auszusetzen, dann herauszunehmen, mit feiner Leinwand abzuwischen, und dieses so lange zu wiederholen, bis der Ueberzug die verlangte Dicke erhalten hat. Die Vergoldung ist zwar stets blank, hat man aber den Gegenstand 1 bis 3 Stunden dem Strome ausgesetzt und dadurch einen dicken Ueberzug erzeugt, so zeigt sie sich glanzlos, dunkelgelb oder rothgelb; in beiden Fällen ist es gut, sie zu poliren, wodurch sie an Glanz und Dauerhaftigkeit gewinnt. Das einfachste Vergoldungsverfahren besteht nach v. Frankenstein darin, dass man 1 Gewichttheil flüssiges Chlorgold 6 Gewichttheile blausaures Kali, 4 Theile einfach kohlensaures Kali, 6 Theile Kochsalz und 50 Theile Wasser setzt, diese Lösung in eine Porzellanschale giesst, letztere auf eine Zinkplatte setzt, die von unten mit einer Weingeistlampe erwärmt wird, dann die zu vergoldenden Gegenstände hineinlegt und mit einem Zinkstreifen, der mit der Zinkscheibe leitend verbunden ist, berührt. Nach Walker thut man wohl, das Kupfer zuerst mit einer dünnen Lage Silber zu überziehen und dann zu vergolden, weil dadurch die Vergoldung schöner wird. Nach De la Rive giesst man eine sehr verdünnte Auflösung von Goldchlorid (5 bis 10 Milligr. auf ein Centimeter Wasser) in einen cylindrischen Schlauch von Blase, taucht diesen in ein Glasgefäss, welches sehr schwach gesäuertes Wasser und eine darin stehende Zinkplatte enthält, verbindet den zu vergoldenden Gegenstand durch einen Metalldraht mit dem Zink, und taucht ihn dann erst in

die Goldsolution. Nach einer Minute zieht man ihn he wischt ihn mit feiner Leinwand ab und reibt ihn stark. S dann ist er vergoldet, allein wenn man diese Operation z bis dreimal wiederholt hat, so ist die Vergoldung hinlä stark. Der Gegenstand muss vorher gesäubert seyn, w besten geschieht, wenn man ihn mit Zink in gesäuertem ser zur Kette verbindet, so dass sich Wasserstoff an ihm bindet, oder er muss polirt seyn; im ersten Falle wird die goldung glänzend, im zweiten matt[1]. De la Rive bemer einem andern Orte, dass solche Blasen Gold aufnehmen durch Einäschern wieder erhalten wird. Soll die Verg einen röthlichen Schein haben, so lässt sich dieser zwar Anwendung des Glühwachses der Goldarbeiter erzeugen. fächer aber ist es, der zu bereitenden Goldsolution ein verlangten Legirung angemessene Menge reines (am galvanoplastisch gebildetes) Kupfer zuzusetzen. Die Be dieser legirten Solution ist die oben angegebene, nur mu statt des kohlensauren Kali, wenn dessen Zusatz zur Ne sirung der Solution erforderlich ist, Aetzkali zusetzen. D girte Vergoldung ist dauerhafter, als die reine, und bes kann man mit verdünnter Schwefelsäure gereinigte Stahl vortheilhaft zuerst mit legirter und dann mit reiner Verg überziehn. Einzelne, aus der Gestalt der zu vergold Stücke hervorgehende, Abänderungen des allgemeinen Verf können hier billig übergangen werden.

2) Verplatinirung. Hierzu eignen sich nach Bö nur Silber, Messing und Kupfer, auch lässt sich letzteres tall nach Herstellung des Platinüberzugs sehr gut verg Man wendet hierzu eine Chlorplatinsolution, die mit 25 300 Th. Wasser verdünnt ist, an und verfährt ganz Weise, wie bei der Vergoldung. Noch besser gerieth Verplatinirung, namentlich des Kupfers, durch Anwendu Natriumplatinchlorids, wenn die Kupferplatte auf der zu tinirenden Seite mit sehr verdünnter Salzsäure und sehr Sande oder mit Kreide sehr rein geputzt, auf der and Wachs überzogen würde, nachdem daselbst vorher mit Z dünner Metalldraht zur Herstellung der Leitung angelöth

1 Compt. rend. T. X. p. 579. Poggendorff Ann. Bd. L. S.
2 A. a. O. S. 99.

Zur Herstellung der Flüssigkeit werden gleiche Theile trocknes Chlorplatin und reines Kochsalz in hinlänglichem Wasser gelöst[1]. Ruolz[2] bereitet Kaliumplatinchlorid aus rohem Platin, weil die diesem beigemischten Metalle ohne Nachtheil sind, löst dieses in Aetzkalilauge, und dann geräth damit die Verplatinirung ebenso leicht, als die Vergoldung. Kaiser[3] benützt folgendes praktisches Verfahren. Man löst Platin in Königswasser, tröpfelt diese Flüssigkeit in kleinen Quantitäten in siedend heisse Aetzkalilösung von 8° Beaumé, schüttelt, bis die gelbe Trübung verschwindet, und setzt dieses so lange fort, bis das Verschwinden der Trübung erfolgt. Diese Platinlösung wird während der Operation warm erhalten und liefert dann nach Einwirkung des elektrischen Stromes nach der beim Vergolden anzuwendenden Methode einen dauerhaften Ueberzug, den man mit dem Polirstahle glätten muss, wenn er chemischen Einflüssen widerstehen soll.

3) Versilberung des Kupfers und Messings geschieht nach Böttger[4] am besten, wenn man eine Auflösung von 3 Drachmen pulverisirtem salpetersaurem Silberoxyd in 2 Unzen Ammoniakflüssigkeit auflöst, nur muss man die zu versilbernden Stücke beim ersten Eintauchen in jene Salzlösung nie länger als 1 Secunde darin verweilen lassen, dann abtrocknen, und das Eintauchen so oft wiederholen, bis der Ueberzug dick genug ist, gerade wie beim Vergolden und mit Anwendung des galvanischen Apparats. Ruolz dagegen wendet dazu Cyansilber, in Cyankalium gelöst, an, und zwar wird 1 Gramm Cyansilber in 10 Grm. gelbem Cyankalium in 100 Grm. Wasser gelöst. Das Silber lässt sich auf Messing, Bronze, Kupfer, Zinn, Eisen, Stahl und zu Verzierungen auf Platin und Gold auftragen, und haftet so fest, dass eine versilberte Messingplatte der Wirkung von schmelzenden Aetzkali widersteht. Zum praktischen Verfahren wird nach Kaiser reines Silber in Salpetersäure unter Erwärmung aufgelöst und dann so lange Salzwasser zugetröpfelt, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser (das Chlorsilber oder Hornsilber) wird mit Wasser übergossen, von der über-

1 S. ebend. S. 101.
2 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 165.
3 A. o. a. O.
4 A. a. O. S. 99.

stehenden Flüssigkeit durch Abgiessen und Filtriren gerein und dient dann zur Bereitung der Silbersolution. Man ni von ihr 1 Gewichttheil, setzt dazu 5 Gewichttheile in Wa gelöstes blausaures Kali, 5 Th. Pottasche, 2 Th. Kochs auflösung, 5 Th. Salmiakgeist und 50 Th. Wasser, und k das Ganze eine halbe bis drei Viertelstunden. Man kann d Solution noch beliebig verdünnen, denn obgleich die Versilber dadurch langsamer erfolgt, so wird sie dafür schöner. kalt gewordene klare, etwas hellgelbe, Flüssigkeit wird dem röthlichen Bodensatze abgegossen und in einem geeign Glase aufbewahrt. Die zu versilbernden Gegenstände mü vorher mit Kreide und Weingeist geputzt, stählerne polirt verdünnte Säure getaucht werden. Zum galvanischen Appa kann man einen der beschriebenen wählen, Kaiser empf aber, wohl mit Rücksicht auf den häufigen Gebrauch des silberns, ein porzellanenes Gefäss von geeigneter Tiefe, dessen Boden auf Glasstücken mehrere Stücke Zink lie die auch durch ein über dem Boden befestigtes Gitter von Z stäben ersetzt werden könnten. Die Gegenstände werde auf dieses Zink gelegt, dass sie dasselbe wenigstens an Stelle metallisch berühren, die Solution wird darüber geg und eine Weingeistlampe unter das Gefäss gestellt. In 30 cunden ist schon ein Ueberzug gebildet, welcher nach 2 Minuten schon die hinlängliche Dicke hat, die durch län Liegen noch zunimmt. Man wäscht die Stücke in Wei wasser und polirt die Stellen, die blank werden sollen, mit der und Kreide oder mit dem Polirstahle.

4) Verkupferung bewirkte Ruolz mittelst Cyank in Cyankalium oder Cyannatrium gelöst, doch gelingt der cess schwieriger und erfordert eine stärkere Säule[1].

5) Verbleiung geschieht nach Ruolz mittelst einer lösung von Bleioxyd in Aetzkali und lässt sich auf alle talle, auch auf Gusseisen, anwenden[2].

6) Verzinnung bewirkte Böttger und später Ruolz telst einer Auflösung von Zinnoxyd in Kalilauge nament Eisen und Zink. Metalle, welche negativer sind als Zinn, Kupfer, Bronze, Messing, bilden mit jenen eine galva

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 163.
2 Ebend. a. a. O.

Digitized by Google

Kette, und man kann dabei eine Auflösung von Zinn in Cremortartari anwenden. Dieser Process wurde schon vorher, ohne dass man wusste, er sey ein galvanischer, zum Verzinnen der messingenen Stecknadeln angewandt, indem man sie mit gekörntem Zinn in einer Weinsteinlösung zusammenbrachte.

7) **Verzinkung.** Man kannte seit längerer Zeit Methoden, Kupfer, Messing und Eisen mit Zink zu überziehen, bei denen einigen galvanische Action mitwirkend ist[1], und die Bereitung des sogenannten galvanisirten Eisens gehört gleichfalls dahin. Neuerdings machte Sorel bekannt, dass es ihm gelungen sey, Eisen mittelst der Volta'schen Säule mit einer beliebig dicken Lage Zink zu überziehen[2], indess ist das Verfahren nicht näher angegeben, ebenso wenig als dieses in dem Berichte über die Leistungen Ruolz's geschehen ist. Poggendorff meint, es werde dazu eine Auflösung von Zinkoxyd in Kalilauge oder eine mit Kalilauge im Ueberschuss versetzte Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd verwandt[3]. Endlich hat Ruolz auch Ueberzüge von Nickel und Kobalt auf verschiedenen Metallen durch Anwendung der Volta'schen Säule zu Stande gebracht[4].

Galvanoskop. S. **Multiplicator.** VI. 2476.
Gang, Gänge. III. 1102. Entstehung. IV. 1289.
Gas. IV. 1012. Flüssigkeitszustand. 1015. Verwandlung in tropfbare Flüssigkeiten. 1017—1022. X. 1099. Elasticität. IV. 1022. Boyle'sches und Mariotte'sches Gesetz. 1026—1033. daraus erwachsendes Verhältniss zwischen Volumen und Dichtigkeit der Gase. 1030—1034. Verbindungen von Gas und Dampf. 1034. Prüfung des Mariotte'schen Gesetzes. 1035. X. 1056. es zeigt sich bei stärkerer Compression …ig. IV. 1038. und bei stärkerer Verdünnung. 1045. ist nicht auf alle Gase anwendbar. 1043. Die Elemente der Gase scheinen von ungleicher Grösse zu seyn. 1047. Wesen der Gasform. 1048. Ursache und Wesen der Elasticität nach Le Sage. 1040. nach Newton. 1050. Fries. 1053. Laplace. 1057. und Poisson. 1065. Chemische Natur der Gase. 1074. rücksichtlich ihres Verhaltens zum Brennen und Athmen. 1076. specifisches Gewicht der Gase. 1493.

---

1 Böttger a. a. O. S. 26.
2 Compt. rend. T. XI. p. 987.
3 Dessen Ann. Bd. LV. S. 166.
4 Viele praktische Anweisungen enthält: die Galvanoplastik für Künstler, Gewerbtreibende und Freunde der Numismatik von Charles Walker, nach der 10ten Aufl. mit Anmerk. von Dr. Chr. Heinr. Schmidt. … 1843.

1505—1508. absolutes. 1513—1516. Fortpflanzung des Schalles d dieselben. VIII. 469. specifische Wärmecapacitäten. X. 683– Ausdehnung durch Wärme. 932. Flüssigwerden durch Kälte. 1147. Durchdringen derselben durch poröse Körper. S. **Diffusi**

Zus. Die Bezeichnung Gaz wurde zuerst von VAN HELMONT[1] gebraucht und bezeichnete den Dunst, der aus gä den Flüssigkeiten aufsteigt. Vermuthlich kommt der Nam dem deutschen Worte Gäscht, Gest, Schaum, dessen ga miger Inhalt etwas anderes, als das eine Element, die seyn musste. Er unterschied die aus verschiedenen Kör entbundenen Gase, als gas sylvestre, flammeum, pingue, sum, ohne bestimmte Bezeichnungen, denn erst als PRIE im August 1774 die Eigenthümlichkeit des Sauerstoffgas kannte, fing man an, die Eigenthümlichkeiten der verschie Gase zu bestimmen.

Gasbeleuchtung. IV. 1078. erste Versuche der Erzeugu Leuchtgases. 1079. LEBON's Thermolampe. 1080. neuere leuchtungen. 1082. Bereitung des Steinkohlengases. 1083. de oder Thran-Gases. 1086. gewonnenes Theer. 1087. Reinig Gases. 1088. Aufbewahrung in Gasometern. 1090. Grösse d someter. 1091. stets gleichmässiger Druck. 1092—1098. talität des unteren Randes. 1099. tragbare Gasometer. 1100. leitungsröhren und Brennröhren. 1104—1108. Messungs 1108—1110. Menge des Oel- oder Thran-Gases. 1105. Be heit des Steinkohlengases. 1111. und Oelgases. 1112. Le beider. 1114. überwiegende Helligkeit über andere Flamme 1120. dochtlose oder Gas-Nachtlämpchen. 1121. Leuchtg tende Lampen. 1122.

Zus. Schon vor LEBON bereitete MINCKELERS, Pr in Löwen, Leuchtgas aus Steinkohlen und zeigte dessen im Collegium[2].

Gascalorimeter. II. 21.

Gase, Gasification. X. 1142. Unterschied von Dampf. 280. 282. Tropfbarmachung derselben. I. 81. X. 1099. 114 Wärmeatmosphären. I. 126. vereinigen sich in engen Röhr bestehen in einander. 496. S. **Diffusion.**

Gasentbindung aus Wasser. I. 64.

Gaslampe, Gasnachtlampe. IV. 1121. X. 320. sich speisende. IV. 1122.

---

1 Opera omn. Frcf. 1682. 4.

2 Mém. sur l'air inflammable, tiré de différentes substances, par M. MINCKELERS. Louvain 1784. 8.

Digitized by Google

Zus. Der Erfinder dieser Lämpchen ist BLACKADDER. Die harte Kohle, die das obere Ende des Röhrchens verstopft, lässt sich leichter trennen, wenn man vorher einen Tropfen Schwefelsäure daran bringt [1].

aslicht. IV. 1118.
asometer. IV. 1125. zur Aufbewahrung des Leuchtgases dienende. 1126. zur Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers aus seinen beiden Bestandtheilen. 1126—1130. zum gleichmässigen Ausströmen der Gase dienende Apparate. 1131. Vergl. **Aspirator.**
asäule. S. **Säule,** elektrische.
asvulcane. S. **Vulcane.** IX. 2328.
swärme. IV. 1013.
birgsarten. Urgebirge. III. 1077. Uebergangsgebirge. 1083. secundärer Formation. 1087. tertiärer. 1091. vulcanische. 1094.
bläse. Blasemaschinen, Hüttengebläse. IV. 1132. gemeiner Blasebalg. 1133. Cylindergebläse. 1134. Kastengebläse. 1135. hydrostatisches Cylindergebläse. 1136. hydraulisches Kettengebläse. 1137. Tonnengebläse und Wassertrommelgebläse. 1139. Bestimmung der ausströmenden Gasmenge. 1143. VII. 637. das gemeine Löthrohr. IV. 1148. der Glasblasetisch. 1149. gasometrische Gebläse. 1150. Sauerstoffgasgebläse. 1157. MARCET's Lampe. 1158. Knallgasgebläse; HARE's. 1159. NEWMAN's oder CLARKE's. 1164. Mengungsverhältniss der enthaltenen Gase. 1171. 1182. Vergleichung der Knallgasgebläse mit einander. 1173. Theorie seiner Wirkungen. 1176.
bläse mit heisser Luft. X. 292.
ebläse aus der Masse herabgefallener Lawinen. IV. 1132.
dact. Register der Orgeln. VIII. 273. 350.
drittschein. I. 402.
fälle. Fall der Flüsse und Ströme. VIII. 1177. 1193.
fässbarometer. S. **Barometer.** I. 888*. **Gefässcorrection.** I. 889*.
fässhaut. S. **Auge.** I. 531.
frieren. des Wassers. I. 601. III. 99. Zusammenziehung desselben. I. 601. III. 101. leichteres Gefrieren des gekochten. 105. Nachtrag s. **Wärme.** X. 938. des Seewassers s. **Meer.** VI. 1690. und **Wärme.** X. 942. der Fenster s. **Eis.** III. 106.
frierpunct der Thermometer; Bestimmung desselben. IX. 883. 920.
fühl. IV. 1184. Gemeingefühl, Sensibilität oder Empfindlichkeit. 1185. Gefühlssinn, Tastsinn. 1188. ersetzt unvollkommen das Gesicht. 1188.
gendämmerung. II. 270.
genfüssler. Antipoden. IV. 1190.
genschattige. IV. 1191.

---

1 Buchner's Repert. Bd. XXVIII. Hft. 2. S. 217.

Digitized by Google

Gegenschein. I. 402.
Gegensonne, eine um 90° abstehende Nebensonne. S. **Hof.** V. 48

Zus. **Gegenstrom** heisst derjenige elektrische Strom welcher durch Polarisirung der Elektroden in der zu zerlegen den Flüssigkeit entsteht und dem Hauptstrome entgegengerichtet ist. S. **Polarisation,** elektrische. Zuweilen bezeichn man dadurch einen durch Induction entstehenden Strom. **Induction.**

Gegenwinde. VII. 1139.
Gegenwirkung. IV. 1192. nach Newton sind Wirkung und Gegenwirkung einander gleich. 1192—1195. dynamische Ansicht des Satzes. 1197.
Gegenwohner. IV. 1197.
Gehör. das Hören. IV. 1198. das äussere Ohr. 1199. Gehörga 1200. Trommelfell, Paukenfell. 1201. Pauke, Trommel, Pauk höhle, Gehörknöchelchen. 1202. Hammermuskel. 1203. Steigbüg muskel. 1204. Eustachische Röhre. 1204. Labyrinth. 1205. V hof, ovales und rundes Fenster, kreisförmige Canäle, Schnecke. 12 Gehörnerv. 1207. Bestimmung der innern Theile. 1208. 1209. ren durch die Zähne und andere Theile des Körpers. 1212. V richtungen, dieses zu erleichtern. V. 431. Schwerhörigkeit, Du bohren des Trommelfells. IV. 1214. partielle Unempfindlichkeit Gehörs. 1218. Paracusis Willisiana. 1219. Functionen des Geh 1221. krankhafte Affectionen. 1223.
Gehörgang, Gehörknöchelchen. S. **Gehör.** IV. 1200. 1

Zus. Zur Literatur dient vorzugsweise Thom. Buchan und Joh. Müller[2]. Letzterer hat durch einen sinnreich dachten Apparat die Schallleitung durch die Gehörknöchelc und die Luft im innern Ohre nachgebildet und ist auf di Weise gleichfalls zu dem Resultate gelangt, dass die schw cheren Schallwellen der Luft gegen die stärkeren durch Gehörknöchelchen verschwinden. Das von mir aus dem V suche mit einem an einem Faden hängenden Löffel entn mene Argument, welches Müller als unpassend verwirft (dabei der Schall durch den Faden, beim gewöhnlichen Hören durch die Luft zum Ohre gelangt), ist allerdings nicht g adäquat, soll aber nichts weiter beweisen, als die grös Stärke der Leitung der Schallwellen vom Paukenfelle aus,

1 Physiological Illustrations of the Organ of hearing etc. Lond. 1

2 Handbuch der Physiologie des Menschen. 2te Aufl. Bd. II. S. 442 ff.

Digitized by Google

welchem sie doch nothwendig angekommen seyn müssen, wenn sie überhaupt zum Gehörnerven gelangen sollen. Das zweite Argument, von der früheren Ankunft der durch die Gehörknöchelchen geleiteten Wellen, die jedoch nur bei den höchsten Tönen von einigem Einfluss seyn könnte, ist nicht berücksichtigt. Im Ganzen glaube ich durch diese neuen Untersuchungen die von mir aufgestellte Ansicht bestätigt zu finden, dass im normalen Zustande die durch die Gehörknöchelchen geleiteten Wellen empfunden werden, im abnormen die durch die Luft am runden Fenster gelangenden. Die Eustachische Röhre soll nach Henle [1] dazu dienen, den Ton zu verstärken, wie durch die Löcher im Resonanzboden der Geigen die in diesen eingeschlossene Luft zum Mittönen gebracht wird. Versuche, welche Müller anstellte, indem er eine mit einem Seitenrohre versehene Pfeife tönen liess, waren dieser Ansicht nicht günstig; auch findet das Mittönen der Luft nicht leicht in verhältnissmässig engen Röhren, stets aber in grösseren Räumen, wie im Bauche der Geigen, statt. Als Hauptbestimmung der Eustachischen Röhre ist daher wohl die Erhaltung des Gleichgewichts der eingeschlossenen und äusseren Luft zu betrachten, auch glaube ich noch immer, dass das Ende dieses Canals im Innern der Mundhöhle gewöhnlich nicht vollständig offen, sondern durch weiche Theile leicht (wie die Lippen) verschlossen ist, dem gemäss dann das Knacken im Ohre beim Bergsteigen und unter der Taucherglocke u. s. w. als Folge der eindringenden oder ausströmenden Luft erscheint, was man leicht durch Oeffnen und Schliessen der Lippen nachmachen kann. Die Verstopfung dieser Röhre muss dann, ohne Rücksicht auf die Leitungsfähigkeit der im Ohre eingeschlossenen Luft, Schwerhörigkeit zur Folge haben, die innere Luft mag an Dichtigkeit zunehmen oder abnehmen, welches letztere ich für wahrscheinlicher halte, denn in beiden Fällen findet ein veränderter Druck gegen das Paukenfell und demnach mittelbar durch die Gehörknöchelchen gegen das ovale Fenster statt, und dadurch muss eine Dumpfheit des gehörten Schalles entstehen, wie man sie durch einen Druck mit dem Finger hinter dem Ohrläppchen künstlich erzeugen kann.

Nach Versuchen im Taubstummen-Institut zu Beugen (Schweiz)

---

1 Encyklop. Wörterb. d. med. Wissensch. Art. Gehör.

Digitized by Google

hörten drei Individuen gar nicht durch die Zähne, wohl abe mindestens die Vocale, durch den oberen Theil des Kopfes u die drei oberen Halswirbel; zwei Kinder hörten durch den E lenbogen. SCHEUCHZER erzählt ähnliche Beispiele des Höre durch den Kopf[1].

Geiser auf Island. VIII. 971. IX. 2342.
Geist, geistige Flüssigkeiten. IV. 1225.
Gemenge. Gegensatz von Gemisch. IX. 1858.
Gendre. Musikalisches Instrument. VIII. 283.
Geogenie oder **Geogonie, Geognosie.** S. **Geologie.** I 1238.
Geographie, mathematische, physische, politische. IV. 1225. mat matische. 1225. physische. 1226. Geschichte derselben. 1227–12 Literatur. 1237.
Geologie. Geschichte oder Theorie der Erde. IV. 1238. Urspr der Erde. 1239. des Weltalls. X. 1402. Mosaische Kosmogenie. I 1239. sonstige Hypothesen. 1241. Urbildung der Erde. 12 BURNET und WHISTON. 1245. Entstehung aus kosmischen Mass 1246. BUFFON's Hypothese. 1249. und sonstige plutonische. 125 1254. veränderte Richtung der Erdaxe. 1258. LAMARK's und LUC's Hypothese. 1264. WERNER's Neptunismus. 1267. HUTTO Plutonismus. 1269. PARROT. 1273. BREISLAK. 1274. Bemerkun über diese Hypothesen. 1278. ursprünglicher Flüssigkeitszusta 1279. LAPLACE's Gleichgewicht in den Theilen der Erdkru 1285. spätere grosse Katastrophe. 1292. Veränderungen der E kruste. 1298. Stein- und Felsenbildung. 1299. Versandung 1304. Corallenbildung. 1306. Eisfelder und Gletscher. 1308. Be stürze. 1310. Unveränderlichkeit des Meeresspiegels und Erober gen des Meeres. 1314. VI. 1587 ff. Verheerungen durch Flüsse. 1324. Temperaturveränderungen der Erde. 1332.

Zus. Zu LAGRANGE's S. 1244 angegebener Hypothese ner Bildung der Planeten aus kosmischer Masse im Weltrau bekennt sich unter Andern neuerdings auch CACCIATORE[2].

Sehr belehrend sind die ausführlichen und gründlichen tersuchungen, welche B. STUDER[3] über die möglichen und wiesenen Veränderungen unsers Erdballs bekannt gemacht

Im Winter 1835 auf 1836 fiel in den Alpen so viel Sch dass die Lawinen und Erdfälle ganze Dörfer zerstörten,

---

1 L'Institut. 1836. N. 176.
2 Sulla Origine del Sistema solare etc. Palermo. 1826.
3 Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie. Bern, und Leipzig. 1844.

Digitized by Google

durch bloss im Veltlin und Graubündnerthale von Poschiavo 77 Menschen umkamen. Manche Verschüttete wurden auf eine wunderbare Weise gerettet. Die Verwüstung drohte auch Stazzano bei Tirano zu treffen, allein es geshah plötzlich Einhalt. Eine ungeheure Erd- und Steinmasse glitt langsam herab, ohne zu zerbröckeln, und setzte sich im Thale fest; sie trug einen Kastanienwald von 5000 Quadratmetern auf ihrer Oberfläche, welcher wohlbehalten im Thale ankam. Dennoch wurden dabei 4 Getreide- und 2 Stampfmühlen nebst 6 Häusern zerstört, die Pfarrkirche und 30 andere Häuser mit Schutt und Gerölle bedeckt, und ausser zerstörtem Hausgeräthe, Wein und Lebensmitteln 200 Pertiche fruchtbaren Ackerlandes mit Schutt bedeckt. Man schrieb diese Unglücksfälle dem Abholzen jener Gegenden zu [1].

Die neptunische Hypothese ist neuerdings vertheidigt durch Joh. Nep. Fuchs [2]. Nach seiner Ansicht sollen sich in einem wässerig-flüssigen Urbrei diejenigen Krystalle gebildet haben, aus denen die Urgebirge bestehen. Es ist gewiss von Nutzen, der neuerdings allgemein in Aufnahme gekommenen plutonischen Theorie gediegene Argumente entgegenzusetzen, damit sie nicht allzuleicht über die immer noch nicht beseitigten Schwierigkeiten wegeile.

Geometrie. Theil der Mathematik. VI. 1465. analytische. 1476.
Geothermometer von Magnus. IX. 980.
Gerbstoff. IX. 1711.
Gerinnung. Coagulation. IV. 1342.
Geruch. Geruchsinn. IV. 1342. Gerüche, Riechstoffe. 1345. metallische. X. 1004.
Geschmack, das Schmecken. IV. 1346. Organ desselben. 1347. ist bei den Menschen am meisten ausgebildet. 1348.
Geschmeidigkeit. S. **Dehnbarkeit.** II. 504.
Geschützkugeln. drehende Bewegung derselben. VIII. 1091.
Geschützkunst. S. **Ballistik.** I. 697.
Geschwindigkeit. absolute, relative und respective. IV. 1350. 1351. verschiedene gemessene. 1351—1353. mit Ausdauer verbundene. 1353. 1344. gleichbleibende und veränderliche. 1354. Anfangs- und Endgeschwindigkeit. 1355. normale eines fallenden Körpers. 1356. Scalen der Geschwindigkeit. 1357. I. 952. Geschwindigkeit der Bewegung. 929. 947. Winkelgeschwindigkeit. IV. 1357. vir-

1 Frankf. Zeit. 1836. N. 112.
2 Ueber die Theorie der Erde. Münch. 1837. 8.

Digitized by Google

tuelle. I. 945. IV. 1359. VI. 1491—1496. 1527. 2319. X. 2413. ducirte und resultirende. IV. 1363. allgemeines Mass derselbe 951. der Locomotiven. X. 1141.

Zus. Brieftauben flogen von London nach Antwerp 60 geogr. Meilen in 5 Stunden 30 Minuten, und Green im Luftballon zuweilen 30, einmal sogar 32 Stunden in ei Stunde zurückgelegt haben. (Nach öffentlichen Blättern.) V zugsweise kommt gegenwärtig die Geschwindigkeit auf Eis bahnen in Betrachtung. Eine der schnellsten Locomotiven, Planet, fuhr zur Probe leer von Liverpool nach Manchester engl. Meilen in 45 Minuten. Rechnen wir die engl. Meile 1760 Yards, so giebt dieses 55,07 par. Fuss in 1 Secu Die Locomotive Schnelheid fuhr zur Probe bei Amsterdam 2000 holländische Ellen in 86 Sec., was 49,42 par. Fuss 1 Sec. beträgt. Hiernach könnten nur 60 par. Fuss als M mum in 1 Sec. gerechnet werden, und die Locomotiven erre ten nicht die Hälfte der Geschwindigkeit der Brieftau Setzt man den Durchmesser des Locomotivenrades = 4 F also die Peripherie nahe = 12 Fuss, so müsste das Ra Umdrehungen in 1 Sec. machen, um 60 Fuss Geschwindig in 1 Sec. zu erlangen. Dennoch soll Brunel (Sir I bert) nach öffentlichen Blättern von London nach Br 117,75 engl. M. in 90 Minuten gefahren seyn, was 108 F in 1 Secunde betragen würde.

Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers. S. **Hydrodyna mik.** V. 546.

Geschwindigkeit des elektrischen Stromes. IV. 385. S. **Elec tricität.**

Geschwülste, kalte, durch Elektricität heilbar. III. 405.

Gesetz. Gay-Lussac's über Ausdehnung der Gase. I. 635. Dalt desgleichen. 635. Prüfung desselben durch Gay-Lussac, Flau gues, Dulong und Petit. 640. 641. Kepler's Gesetze. 676— Dalton's über Gasgemenge. 74. 75. 95. 488. II. 400. 404. V. VI. 2004. X. 1025. 1046. 1055. über Elasticität der Dämpfe. II. 3 X. 1025. 1046. 1055. Ohm's der elektrischen Leitung. VI. 149. 1 VIII. 23. X. 402. Mariotte's. III. 181. IV. 1026. 1028. Boyl 1026—1033. V. 283. X. 1057. 2133. Gesetz der Ruhe. S. **Me chanik.** VI. 1496. der grossen Zahlen. X. 1204. 1212. Newt der Attraction. 1443. 1501. und des Widerstandes der Flüssigkei 1724. 1781. 1796. 1810. 1811. 1848. Gesetz der Abkühlung. X. Newton's. 434. 461. Richmann's. 445. Rumford's. 695. Ri mann's der Mischungen. 668. 839. Rumford's der specifisc Wärmecapacitäten. 702. 761. 781. Dulong's über das Verhältniss

Digitized by Google

Atomgewichte zu den Wärmecapacitäten. 763. 781. 793. 805 ff. BACO's der Winddrehungen. 2005. GRAHAM's der Diffusion. S. **Diffusion.**

Gesicht. das Sehen. IV. 1364. ältere Vorstellungen. 1365. PORTA's und KEPLER's Theorie. 1366. Dimensionen des menschlichen Auges. 1367. und darauf gegründete Theorie das Sehens. 1368. Gegen dieser Theorie: MARIOTTE wegen unempfindlicher Stelle der Retina. 1369. PLAGGE. 1372. CAMPBELL. 1373. LEHOT. 1375. schwarzes Pigment und Abweichung wegen der Kugelgestalt. 1377. Farbenzerstreuung und Achromatismus des Auges. 1378. Weite des deutlichen Sehens. 1381. Zerstreuungskreise. 1382. Sehen unter Wasser. 1383. Messung der Gesichtsweite durch das Optometer. 1387. Adjustirung des Auges für verschiedene Entfernungen. 1387. nach KEPLER. 1388. MOLINET. 1390. OLBERS. 1391. LA HIRE. 1393. BREWSTER. 1395. Gesichtsfehler; der Staar. 1397. Weitsichtigkeit. 1398. Kurzsichtigkeit. 1399. Brillen. 1403. deren Erfindung. 1413. Conservativ- oder Präservativbrillen. 1403. Staubbrillen. 1404. Berechnung ihrer Form. 1404. Lesegläser. 1407. periskopische. 1409. ungleiche Gesichtsweite der Augen. 1407. Kunstauge. 1411. Nachtblindheit. 1414. Tagblindheit. 1415. Schneeblindheit. 1417. Schielen. 1417. Schiefsehen. 1419. Halbsehen. 1419. undeutliches Sehen. 1420. Falschsehen; Muschen. 1421. Achrupsie. 1423. Chrupsie. 1428. Doppeltsehen. 1429. Sehen der von leuchtenden Gegenständen ausfahrenden Strahlen. 1431. Gesichtswinkel. 1434. 1441. Gesichtsfeld des Auges. 1435. Schärfe des Gesichts. 1439. scheinbare Grösse der gesehenen Gegenstände. 1442. scheinbare Entfernung. 1444. der optische. 1447. und scheinbare Ort. 1448. Augenmass. 1451. Augentäuschungen. 1452. scheinbare Grösse der Sonne und des Mondes beim Auf- und Untergange. 1452. Dauer des Lichteindrucks. 1456. Thaumatrop. 1459. Nachempfinden des Gesehenen. 1461. Vervielfältigung der gesehenen Gegenstände. 1463. Operationen Blindgeborner. 1466. Urtheil über Grösse, Gestalt und Entfernung der Gegenstände. 1469. Geradesehen bei verkehrtem Bilde im Auge. 1469. Einfachsehen mit zwei Augen. 1471—1486. Horopter. 1472. danach bestimmbare doppelte Bilder des einen von zwei gleichzeitig gesehenen Gegenständen. 1472—1474. Hypothesen zur Erklärung. 1477. Halbdurchkreuzung und Durchkreuzung des optischen Nervs. 1481. Nachträge. S. Art. **Sehen.**

Zus. Ueber die Erfindung der Brillen handelt E. WILDE[1]. Es ist indess daraus nichts hinzuzusetzen, als dass die Brillen in einem Werke[2] des BERNHARD GORDON, welcher 1305 starb, erwähnt werden.

Die Nachtblindheit zeigte sich einst epidemisch bei einem In-

---

1 Geschichte der Optik. Berl. 1838. Bd. I. S. 96.

2 Lilium medicinae. Lugd. 1491. p. 140.

Digitized by Google

fanterieregimente in Ostflorida [1]. Die Schneeblindheit trifft ma nicht selten am oberen Mississippi als Folge der dortigen aus gedehnten Schneeflächen. Die Einwohner schützen sich dagegen durch ein Bretchen mit einem kleinen eingebrannten Loch [2].

Eine Theilung der Nervenfasern im Chiasma konnten we VOLKMANN noch TREVIRANUS finden, auch MÜLLER [3] nicht, man muss daher nach seiner Ansicht bei dem Factum ste bleiben, dass die Sehnervenwurzel einer Seite sich am Chias in zwei Theile theilt, wovon der innere Theil kreuzt, d äussere an derselben Seite fortgeht. Beim Pferde zeigt s dieses Verhalten am deutlichsten. Vergl. **Sehen.**

Gesichtsbetrug. IV. 1448. 1452.
Gesichtsfehler. IV. 1414.
Gesichtsfeld. IV. 168. für das Auge. 1435. in Beziehung auf F röhre. 1485. IX. 154.
Gesichtskreis. S. **Horizont.** V. 515.
Gesichtsschärfe. IV. 1439.
Gesichtswinkel. optischer Winkel. IV. 1439. 1441.
Gesichtswinkelmesser VOLKMANN's. S. **Sehen.**
Gestirne. IV. 1486. heliocentrische und geocentrische Breite de ben. I. 1204. Aufgang und Untergang. 516. 520. Vergl. **Fixster** IV. 322. und **Sternbilder.** VIII. 985.
Getriebe. S. **Rad.** VII. 1147. Vergl. IX. 1122.
Geviertschein. I. 402.
Gewerbe. der Gesundheit nachtheilige. I. 483.
Gewicht. IV. 1487. Unterschied zwischen Schwere und Gew 1488. relatives oder respectives. 1489. III. 67. specifisches Eigengewicht. IV. 1490. reines Wasser im Puncte grösster Di keit ist Einheit. 1491. specifisches der Gase, namentlich der L 1493. VI. 1201. Methode, dasselbe zu finden. IV. 1494—1504 Gase. 1505. Tabelle darüber. 1506—1508. absolutes der Luft —1512. VI. 1199. der Gase. IV. 1513—1516. des Sauerstof und Stickgases s. **Atmosphäre.** specifisches der tropf. Flüssigkeiten. 1516. Methode, dasselbe zu finden. 1517—1534 telst der Aräometer. 1517. der Gravimeter. 1518. des Hom schen Aräometers. 1522. der hydrostatischen Waage. 1531. Ta der spec. Gewichte der Flüssigkeiten. 1535. 1536. spec. Gew des Quecksilbers. 1527—1530. der festen Körper. 1536. Me der Bestimmung. 1536—1546. der Pulver. 1546—1548. zu ve

---

1 Dr. BURDEN in Amer. Med. Review and Journ. Daraus in G SON Magaz. d. ausländ. Literatur d. gesammten Heilkunde. 1827. S.
2 The Courrier 1830. Febr. 11.
3 Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Abth. II. S.

Digitized by Google

dende Fehler. 1549—1552. Tabelle der spec. Gewichte fester Körper. 1553—1559. spec. Gewicht der Holzarten. VIII. 681. spec. Gewicht der Mischungen und gemengten Körper. IV. 1559. Archimedeisches Problem. 1560. Mengungsverhältniss des Zinnbleis. 1563. der Glockenspeise. 1565. des verdünnten Alkohols. 1566. verdünnter Säuren. 1571. der Salzlösungen. 1572. der Menschen. 1577. S. **Schwimmen.** VIII. 703.

Zus. Statt der in der Tabelle angegebenen Grössen fanden Boussingault und Dumas das spec. Gewicht des Sauerstoffgases = 1,10570 und des Stickgases = 0,97200[1]. Auf welche Weise die in der Luft oder in tropfbaren Flüssigkeiten angestellten Wägungen auf den leeren Raum zu reduciren sind, hat Bessel[2] gezeigt, und zugleich eine Tafel der hierzu erforderlichen Logarithmen berechnet. Neuere Bestimmungen der specifischen Gewichte einfacher und zusammengesetzter Körper sind von Karsten[3] bekannt gemacht. Für feste Körper bediente er sich einer Pistor'schen Waage, für pulverförmige des Stereometers. Da die gefundenen Werthe im Allgemeinen für genau gelten müssen, ausgenommen die mit dem Stereometer erhaltenen, ausserdem manche Bestimmungen in der Tabelle (Bd. IV. S. 1553) ganz fehlen, so nehme ich diese und diejenigen hier auf, welche von den angegebenen in der zweiten Decimalstelle abweichen.

Körper.	sp. Gw.	Körper.	sp. Gw.
Antimonige Säure . .	6,695	Brom-Kali	1,620
Arsenige Säure . . .	3,720	„ -Silber	5,128
Arsenik	5,628	Chlor-Blei	3,900
Arseniksäure	3,734	„ -Kalium	1,031
Blei.	11,389	„ -Natrium	1,160
Bleiglanz	7,084	„ -Silber	3,880
Bleioxyd	9,209	Iod-Blei	6,556
„ kohlensaures	6,729	„ -Kalium	2,398
„ Hyperoxyd .	8,933	„ -Silber	6,539
Brom-Blei	5,194	Kadmiumoxyd	6,950

1 Compt. rend. T. XII. p. 1005. Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 398.
Schumacher astronom. Nachrichten. Bd. VII. N. 163.
3 Schweigger's Journ. Bd. LXV. S. 394.

Körper.	sp. Gw.	Körper.	sp. Gw.
Kalomel	5,710	Schwefel-Silber . . .	6,809
Kupfer-Chlorür . . .	2,920	„ -Zinn im Min.	4,700
„ -Oxyd	6,430	„ „ „ Max.	3,885
Mennige	8,620	„ . -Wismuth . .	5,800
Quecksilber-Bromür .	6,882	Sublimat	4,003
„ -Iodür . .	8,144	Titan	5,280
„ -Iodid . .	6,907	„ -Oxyd	3,931
„ -Oxyd . .	12,191	Wismuthoxyd	8,174
Schwefel-Antimon . .	4,142	Wolfram-Oxyd	12,111
„ -Kupfer im Minim.	5,210	„ -Säure . . .	7,140
„ „ im Max.	5,030	Zink	6,915
		Zinnoxyd	5,734

Gewicht. S. **Mechanik.** VI. 1511.
Gewicht einzelner aus Beobachtungen gefundener Bestimmungen. **Wahrscheinlichkeit.** X. 1220.
Gewichttheile. sehr feine zu verfertigen. S. **Waage.** X. 7.
Gewitter. Einfluss auf die Magnetnadel. I. 162. allgemeine Unte chungen. IV. 1581. Gewitterwolken. 1589. Häufigkeit nach Jahreszeiten. 1583—1587. Wintergewitter. 1588. Richtung und der Gewitterwolken. 1589. periodische Wiederkehr der Gew 1593. Ausbreitung derselben. 1596. Verbreitung. 1597. theor sche Betrachtungen. 1598. Einfluss auf Luftelektricität. VI. 489.

Zus. Nach einigen Nachrichten von MATTEUCCI wird wahrscheinlich, dass starke Gewitter, namentlich mit Ha durch grosse Feuer und Hohöfen vertrieben werden[1].

Ghaluah. Arabisches Mass. VI. 1241.
Glanz oder erleuchtende Kraft der Körper. III. 1145. Vergl. **Albed** und **Weisse.** II. 643 ff.
Glas und Verglasungen im Allgemeinen. IV. 1601. Glas ist glei nicht zusammendrückbar. II. 213. III. 172. 177. dessen elektris Leitungsvermögen. VI. 185. S. **Leiter.** lässt sich durch Ben mit Terpentinöl bohren. 1014. Farben in demselben durch polar tes Licht. VII. 811. Verminderung seiner Sprödigkeit. VIII. Ausdehnung desselben. I. 585. X. 889. S. **Ausdehnung.** tronglas s. **Natrium.** VII. 11.
Glaselektricität. S. **Elektricität.** III. 241.
Glasfäden. Feinheit derselben und Bereitungsart. II. 511. III. 1 die spröden. 176.

---

1 Compt. rend. T. IX. p. 605. Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 2

lasfeuchtigkeit des Auges. I. 549.
lasharmonica. S. **Harmonica.** V. 97.
lashaut im Auge. I. 549.
lasmikrometer. S. **Mikroskop.** VI. 2259.
lasstangen-Pendel. S. **Pendel.** VII. 392.
lasthränen, Glastropfen. deren Sprödigkeit. III. 174. 175.
lastrompeten beweisen Elasticität des Glases. III. 173.
latteis. IV. 1601.
leicher. Aequator. I. 211. 214. III. 839.
leichgewicht, stabiles (équilibre stable). I. 125. III. 215. IV. 510. 511. 1603. VI. 1441. Gesetz desselben am Hebel. V. 106. bei ...pfbarer Flüssigkeit. 576. verschiedener Flüssigkeiten unter ein...nder. 585. in Flüssigkeiten eingesenkter Körper. 586. schwim...mender Körper. VIII. 691. Mittelpunct des Gleichgewichts. VI. 2296. Gleichgewicht der Kräfte. X. 2229. elektrisches. III. 310. IV. 1602.
leichung. deren Auflösung durch Näherung. IX. 1593.
leichung des Mittelpunctes. IV. 1604.
leichung der Zeit. IV. 1604.
letscher. deren Entstehen. III. 123. Vorrücken. 135. 139. Bewe...gung. 136. Verheerungen durch sie. IV. 1308.

Zus. Neuerdings sind ausnehmend viele Untersuchungen ...er die Entstehung und Veränderung der Gletscher bekannt ...worden, hauptsächlich veranlasst durch den Streit zwischen ...ASSIZ und SCHIMPER, der sich namentlich auch auf die Prio...tät der Hypothese einer früher über die ganze Erde sich aus...dehnenden temporären Eiszeit bezieht, wodurch Gletscher an ...elen Orten entstanden seyn sollen, wo sie gegenwärtig nicht ...istiren können; eine mit physikalischen Gesetzen ganz unver...bare Ansicht. Die werthvollsten Beiträge zur richtigen Kennt... der Thatsachen sind von VENETZ, CHARPENTIER und FOR...S; es wird aber hier genügen, nur die wichtigsten Abhand...gen anzugeben, die v. HORNER damals nicht kennen konnte[1].

---

[1] Mémoire sur la variation de la température dans les Alpes de la ...par M. VENETZ. 1833. Notice sur la cause probable du transport ...es erratiques de la Suisse par M. J. de CHARPENTIER. Par. 1835. ...s prononcé à l'ouverture des séances de la société Helvétique des ...s naturelles à Neufchatel le 24 Jul. 1837 par L. AGASSIZ. 1837. 8. ...sur les glaciers par L. AGASSIZ. Neufch. 1840. 8. Théorie des ...de la Savoie. Par M. le Chanoine RENDU. Chambéry 1840. 8. ...sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhone par ...CHARPENTIER. Laus. 1841. 8. Die auf eigenen anhaltenden ...ungen beruhenden Angaben von FORBES findet man in Ann. de ...Phys. 3me Sér. T. VI. Oct. u. Nov. und in Edinburgh Philos.

Digitized by Google

Beachtung verdient ausserdem eine Abhandlung über die G
scher von PETER MERIAN[1]. Es findet sich darin zuerst
geschichtliche Nachweisung, wenn und von welchen Gelel
früher über die Gletscher gehandelt wurde. Die ersten N
richten von ihnen giebt JOSIAS SIMLER[2] und RUDOLPH REBM
aus welchem Letztern MATTHÄUS MERIAN[4] seine Beschrei
des unteren Grindelwaldgletschers fast wörtlich entlehnt.
wissenschaftlicher Hinsicht gehaltreicher ist J. HEINR. HO
GER'S[5] Beschreibung, welcher J. J. SCHEUCHZER in seiner vi
1723 gedruckten, Alpenreise wenig neues hinzugefügt.
GEORG ALTMANN[6] meint, die Gletscher ruhten auf ein
Säulen und ihr Fortrücken sey Folge ihres von oben ge
nen Drucks. Hieran schliessen sich dann die bereits erwä
Werke von GRUNER, HUHN und DE SAUSSURE.

Gleukometer. I. 395.
Gliadin. IX. 1718.
Glimmerschiefer. III. 1082. kohlenblendehaltiger. 1085.
Globus. coelestis. S. **Himmelskugel.** V. 262. und St
charten. VIII. 1013. terrestris. V. 262.
Glocke. Tönen derselben. VIII. 261.
Glockenspeise. deren Elasticität. III. 193. Mengungsverhält
dem spec. Gewicht zu finden. IV. 1563.
Glockenspiel, elektrisches. IV. 1605.
Glorie. Lichtschein um den Kopf eines Beobachters. S. H
439. Zus. s. **Hof.**
Glühlämpchen. VI. 72. elektrische Leitung desselben. VI
229. Nachtrag. X. 277. 283.
Glycerin. IX. 1707. 1712.
Glycium. IV. 1606.
Glycyrrhizin. IX. 1712.
Gneis. Felsart. III. 1087.
Gnomon. II. 251. IV. 1607. Vergl. **Mittag.** VI. 2292.

Journ. 1841 ff., hauptsächlich in dessen Travels through the Alps
voy and other parts of the Pennine Chain u. s. w. Edinburgh 1

1 Bericht über die Verhandl. der naturf. Ges. zu Basel. N. I
S. 111.

2 Vallesiae et Alpium descriptio. 1574.

3 Naturae magnalia. 1605.

4 Helvetische Topographie. 1642.

5 Ephem. Nat. Curios. 1706.

6 Versuch einer historischen und physischen Beschreibung d
vetischen Eisberge. 1751.

Digitized by Google

nonik. IV. 1609. VIII. 887.
oder **Kobi.** Wüste. III. 1130.
l. VII. 1141.
. Dehnbarkeit desselben. II. 506. dessen Beschaffenheit und Ver-
dungen. IV. 1610.
blattelektrometer Bennet's. S. **Elektrometer.**
I. 654.
draht, sogenannter. II. 507.
purpur des Cassius. IV. 1611.
schlägerhaut zu Aërostaten. I. 243.
wäsche. Theorie. VIII. 1103.
h der Damen oder der Frauen. X. 1896. 2080.
hstrom. S. **Meer.** VI. 1760.
hometer. S. **Keil.** V. 855.
-Gong. Chinesisches Instrument. III. 216. V. 30. VIII. 250. des-
Zusammensetzung und Verfertigung. IV. 1612.
meter. Anlege-Goniometer. V. 1026. Reflexionsgoniometer.
7. zugleich repetirend. 1030. sonstige Vorschläge. 1034.

Zus. Genaue, durch Figuren erläuterte, Beschreibungen
neuerdings erfundenen sehr brauchbaren Goniometer giebt
uerel[1].

rnor. S. **Dampfmaschine.** II. 471. und **Pendel.** VII.
und **Regulator.** VII. 1362.
. Theil des Kreises nach nonagesimaler und centesimaler Einthei-
g. IV. 1613.
llrvaage. I. 352.
messungen. der Breitengrade. III. 843. der Längengrade. 876.
m. Griechisches Gewicht. VI. 1246. französisches. 1272.
it. III. 1077. Granitblöcke, einzeln zerstreute. 1078. Uebergangs-
nit. 1086.

Zus. Neuerdings will man gefunden haben, dass es Gra-
von verschiedenem Alter, und namentlich solche giebt, die
r gehoben sind[2].

ulit. Felsart. III. 1083.
hit oder Reissblei. III. 162. V. 907. dessen elektrisches Lei-
tungsvermögen. VI. 172.
peln und Graupelschauer. S. **Hagel.** V. 39—42.
spiessglanzerz. I. 299. 301.
wacke. Felsart. III. 1084. 1085.
imeter. I. 380. IV. 1518.

---

1 Traité de Physique etc. T. I. p. 268.
2 Ueber das Ganze s. von Leonhard Grundzüge der Geologie und
ie. 3te Aufl. Heidelb. 1839. S. 351—354.

Digitized by Google

Gravitation. I. 323. 344. 347. deren nähere Entwickelung. IV. Newton's Gravitationsgesetz. 1615—1618. ob überall der | proportional, ist noch zweifelhaft. 1619. Ursache derselben na Sage. 1620. allgemeine Lehrsätze, die daraus folgen. 1621— in Beziehung auf den Fall des Mondes gegen die Erde. 1621. vom Monde gegen die Erde geworfenen Körpers. 1623. Bew eines durch zwei Körper angezogenen Körpers. 1624. Einfluss de stalt eines anziehenden Körpers. 1630. Anziehung eines Ellip 1632. Vergl. **Schwere.** VIII. 591. 592. Wesen der Sc 624 ff.

Greensand. III. 1091.

Grobkalk. Gebirgsart. III. 1092.

Grönland. jetziges Sinken desselben. VI. 1604.

Grösse. scheinbare beim Sehen der Gegenstände. S. **Gesich** 1442. 1446. der Sonne und des Mondes beim Auf- und Unter 1452. V. 260.

Grössenlehre. Theil der Mathematik. VI. 1473.

Grotte. S. **Höhle.** V. 398.

Grünstein. Felsart. III. 1083—1085.

Grund. Leibnitz's Satz vom zureichenden Grunde. V. 108.

Grundeis. S. **Eis.** III. 127. X. 952.

Zus. Ueber die Bildung des Grundeises hat Mohr in C interessante Erfahrungen am Rhein gemacht, die für die l rung dieses, immer noch räthselhaften, Phänomens Bea verdienen. Wenn die Bildung des Grundeises beginnt, s das Wasser so klar, dass man in 8 Fuss Tiefe Gegen noch deutlich erkennt, es können also nicht wohl Eis darin schwimmen. Die im tiefen Flussbette versenkten der Schiffbrücke, die nach dem Eisgange an der Sod wieder aufgezogen werden, überziehen sich dick mit Gru so dass einst ein Anker sammt der Kette dadurch g wurde, die Ketten selbst heben sich häufig in grösserer Als im Jahre 1830 die Joche der Schiffbrücke wegen ni Wasserstandes nicht in den Sicherheitshafen gebracht konnten und im Flusse liegen bleiben mussten, hatte Frühjahr an ihnen eine 5 rhein. Fuss dicke Eisdecke g die erst nach eingetretener Wärme losliess. Da die 18 Zoll Tiefgang haben, so enstand das Grundeis bis 6 Tiefe unter dem Wasserspiegel[1]. Das letzte Factum läs daraus erklären, dass die mit dem Innern der Kähne in rung befindliche sehr kalte Luft den Wandungen der

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 527.

Digitized by Google

e Wärme entzog, so dass sich zunehmend mehr Eis von aussen setzte und wegen der anhaltenden strengen Kälte die angebene Dicke erreichte. Man könnte hiernach aber schliessen, ss überhaupt bei der Bildung des Grundeises die Gegenstände, denen es entsteht, unter die Temperatur des umgebenden assers herabgehen, wonach der Process mit dem des Thauens hnlichkeit haben würde.

ndkräfte. II. 711. VI. 1432. chemische. III. 369.
ndlage, so viel als Base; salzfähige, säurefähige, wägbare. IV. 649. 1650.
dton. VIII. 331.
dwasser. S. **Quelle.** VII. 1034.
phitenkalk. Felsart. III. 1089. 1090.
chen-Mumie. ein Haar derselben gab ein Hygrometer. V. 633.
ranin. IX. 1716.
tel, Zinnischer. I. 544.
eisen. III. 157. 161. Elasticität desselben. 192. dessen Verhal- n. 204.
stahl. S. **Eisen.** III. 160.
notus. elektrischer Flussfisch. IV. 275. 278.
t. absorbirt Gase. I. 107. Felsart. III. 1085.
trop. Apparat zur Umkehrung des elektrischen Stromes. VI. 1181. 183. Vergl. **Commutator.**

H.

enica. Aegyptisches Mass. VI. 1235.
atin. IX. 1711.
tropieen. S. **Krystall.** V. 1305.
mer, tönende des Pythagoras. VIII. 201.
gebrücke. V. 1. älteste Construction derselben in America und ina. 1—3. England. 4. 5. allgemeine Bemerkungen. 11. Tragfähigkeit derselben. 15. Vergleichung der eigentlichen Kettenbrücken d Drahtbrücken. 17.

Zus. Eine ausführliche Abhandlung über Kettenbrücken Drahtbrücken, hauptsächlich die in Grossbritannien hergeten, hat Adam Burg bekannt gemacht[1]. Interessant ist, dass von Dufour im Jahr 1822 und 1823 zu Genf erbaute Drahtcke nach 20 Jahren, als der Staat sie übernahm, genau hgesehen und abermals auf ihre Tragkraft probirt wurde.

---

1 Jahrb. des Wiener polyt. Instit. Bd. V. S. 288.

Digitized by Google

Die Drahtseile fanden sich vollkommen unversehrt und von gle
cher Tragkraft als imAnfange[1].

Hängende, das. S. **Erde.** III. 1103.
Härte der Körper, als Gegensatz der Weichheit. V. 20. gemis
Körper. 23. Einschneiden weicherer Körper in härtere durch sch
Bewegung. 24. physische Ursache der Härte. 27. ist meistens
Sprödigkeit verbunden. 29. Vergl. **Dehnbarkeit.** II. 504 ff.
Härten der Compassnadeln. II. 195. des Stahls. III. 118.
Häuser des Mondes. I. 403.
Häute des Auges. I. 530.
Hagel. V. 30. Beschaffenheit desselben. 30—38. vorzüglich gr
Stücke. 32. Körner mit eingeschlossenen Substanzen. 38. Ers
nungen der Hagelwetter. 39—52. Graupeln. 39. Ausdehnung, W
derkehr, Oertlichkeit, Jahres- und Tageszeit der eigentlichen Ha
schauer. 41—47. Menge des Hagels. 51. Theorie der Hagelbild
53. DE LUC's Hypothese. 55. VOLTA's. 56. PRECHTL's Ein
dagegen. 61. Hypothese des Ursprungs durch Verdampfung.
Künstliche Bildung aus herabfallenden Wassertropfen. 65. v. H
BOLDT's Ansichten. 66. L. v. BUCH's Hypothese weiter ausgef
68—81. Nachtrag s. **Meteorologie.** VI. 2011. das erw
Hagelwetter in Potsdam hat nie stattgefunden, wohl aber ver
dene unter niederen Breiten. 2011. sonstige Hagelwetter. 2
nächtlicher Hagel. 2020. Hypothesen über seine Entstehung. 2
Vergl. X. 876. 1701. 1711. Hagel in Ostindien. X. 2091.

Zus. Eine glaubwürdige Nachricht von ungewöh
grossen Hagelkörnern, die am 3. Aug. 1828 zu Maestricht
len, ist durch öffentliche Blätter bekannt geworden[2]. U
die genaueren Beobachtungen des Hagels gehört die von
DE BEAUMONT in der Schweiz im Jahre 1831 und in T
im Jahre 1836. Beide Male fielen die Körner unzerbro
herab, bestanden aus einem Sphäroide mit einem matten K
im Innern und einer Umgebung von durchsichtigem Ei
meistens concentrischen Lagen. Einen solchen innern K
gewahrte auch POLONCEAU in den 1 bis 2 Zoll Durchm
haltenden Hagelkörnern, welche im Juli 1826 zu Ver
herabfielen[3]. Eine interessante Beschreibung des grossen
witters, welches am 28. Juli 1835 mit bedeutendem H
schlag eine grosse Strecke des südlichen Frankreichs verh

1 Bibl. univ. de Geneve. Nouv. Sér. Mai 1844. p. 359.

2 Poggendorff Ann. Bd. XVI. S. 383.

3 L'Instit. 5me Ann. N. 218. p. 240. 242.

Digitized by Google

hat Lecoc mitgetheilt[1]. Dasselbe durchlief, vom Meere herkommend, binnen 4,5 Stunden eine Strecke von etwa 90 franz. Meilen. Die Grösse der Hagelkörner wuchs mit der Zeit, die niedrig gehende Wolke schüttete auf dem grossen Puy de Dome keinen Hagel aus, wohl aber auf dem kleinen 1200 Meter hohen. Im botanischen Garten zu Clermont fand man Hagelkörner von der Grösse eines Hühnereis und darüber, mit auslaufenden Nadeln, welche Spuren von sechsseitigen Prismen mit sechsflächiger Zuspitzung zeigten. Am 2. August bestieg Lecoc den Puy de Dome, als eine Wolke herannahte, die abermals Hagel verkündete. In der von ihm erreichten Höhe des Berges war die Wolke, welche wiederholt und an verschiedenen Stellen Hagel von der Grösse einer Haselnuss ausschüttete, unter ihm; beim Herabsteigen vom Berge, und indem er benachbarte niedrigere Berge bestieg, befand er sich in einem Theile der Wolke, aus welcher Hagel auf ihn herabfiel, ohne irgend eine Erscheinung bei allen diesen Beobachtungen aus verschiedenen Standpuncten wahrzunehmen, welche die Theorie Volta's bestätigen könnte.

Nach einer Angabe von Rüppell hagelt es in Abyssinien oft, aber nie bei Gewittern[2].

Hagelableiter. V. 82. ältere Mittel dagegen. 82—85. Vorschlag, die Blitzableiter anzuwenden. 85. Beurtheilt durch Wrede und Weiss. 87. Lapostolle's Strohableiter und deren Beurtheilung. 87—90. Zertheilung der Hagelwolken durch Erschütterung. 91. durch Pulverdampf. 93.

Zus. Ueber Lapostolle's Hagelableiter handelt Paupaille[3] und nimmt sie in Schutz.

Hagelwolken. IV. 1581.
Hahn, Guericke'scher, für Luftpumpen. VI. 526. verbessert durch Lichtenberg. 547.
Haken, englischer. IX. 1120.
Halbflüssige Körper. Druck derselben. II. 614.
Halbkreuzung des optischen Nervs. I. 541. VIII. 776.
Halbkugel der Erde. V. 94. grössere Kälte der südlichen. III. 997. IX. 430.

---

1 Compt. rend. 1836. p. 324. Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. 306.

2 Compt. rend. 1836. Pt. I. p. 29.

3 Ann. de la Soc. Linnéenne de Paris 1827. Sept. p. 116.

Halbkugeln, Magdeburgische. I. 264. VI. 528.
Halbleiter. S. **Leiter.** VI. 133. 140. 193.
Halbschatten und deren Construction. V. 95.
Halbsehen. IV. 1419.
Hammer im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1202. Kraft des bewegten Hammers. S. **Stoss.** VIII. 1093.
Hammerschlag. III. 159.
Harmattan. Heisser Wind. X. 1910.
Harmonica. Glasharmonica. V. 97. VIII. 346. chemische. V. deren Beschaffenheit. 97—100. Chladni's Erklärung. 100. de la Rive's. 101. Faraday's. 103. S. **Schall.**
Harmonichord. VIII. 349.
Harnsäure. IX. 1713. **Harnstoff.** 1717.
Harz, Harze. IX. 1709.
Harzelektricität. III. 241.
Haselholz absorbirt Gase. I. 108.
Haselwurzcampfer. IX. 1706.
Haspel. Mechanische Maschine. VII. 1138.
Hatchetin, fossiler Körper. III. 1112.
Haus. die Häuser in der Ekliptik, nach den Astrologen. I. 403. 994. Häuser im Monde. I. 403.
Hebebaum. S. **Hebel.** V. 119.
Hebel. V. 105. mathematischer, geradliniger. 105. der ersten, und dritten Art. 106. Gesetz des Gleichgewichts bei demselben nach Archimedes. 107. nach Cartesius. 108. nach Newton Varignon. 109. nach Kästner. 110. schiefer Zug am Hebel Winkelhebel. 115. physischer Hebel. 117. Hebebaum. 119. chener Hebel s. **Winkelhebel.** X. 2226. allgemeiner des Hebelgesetzes s. **Mechanik.** VI. 1489. allgemeine lytische Behandlung. 1548.
Hebelwerk zur Compensation. II. 204.
Hebemaschine zum Ausreissen der Baumstumpfen. V. 140.
Heber. V. 120. Theorie seiner Wirksamkeit. 120—123. Constructionen desselben, z. B. der doppelte und pharmac 125. der Ventilheber. 126. Springheber. 127. unterbrochener VIII. 972. fraterna caritas und Diabetes. V. 129. Vexir künstlicher Tantalus. 130. Reisel's würtembergischer. 131. nicht im leeren Raume. 132. Leupold's Maschine, das durch Heber in die Höhe zu fördern. 134. Berechnung der Ausmengen aus demselben. S. **Hydrodynamik.** V. 549.
Heber, anatomischer. V. 137.
Hebermaschine, vervielfachende. S. **Pumpe.** VII. 975.
Heblade, Hebzeug. Apparat zur Hebung grosser Lasten mit des Hebels. V. 139.
Hebungspumpen. S. **Pumpe.** 953.
Hebungstheorie, geologische. S. **Meer.** VI. 1601.
Hectare. VI. 1272.

Digitized by Google

Hectogramm. VI. 1271. **Hectoliter.** VI. 1272.
Hefe. IX. 1719.
Heiden. Grosse Ebenen. III. 1130.
Heiligenschein um den Kopf des Beobachters. S. **Hof.** V. 439.
Heizkammer bei der Luftheizung. S. **Heizung.** V. 198.
Heizung. V. 141. Wärmeproduction des Brennmaterials. 142. Wärmeverlust durch die Umgebung. 146. Wärmeleitung der hierbei zu berücksichtigenden Körper. 151. Wärmeverlust durch Oeffnungen. 158. Wirkung der Doppelfenster. 160. Wärmeverlust eines Zimmers nach seinen Dimensionen. 161. 163. Wärmeerzeugung durch Menschen und Lichter. 166. Canalheizung. 167. Ofenheizung. 168. thönerne und eiserne Oefen. 170. Windöfen und Caminöfen. 175. deren Construction. 177. und Grösse. 182. erforderliche Menge des Brennmaterials. 189. Luftheizung. 192. deren Prüfung durch die Berliner Commission. 195. Heizkammer. 198. Luftheizung mit Luftwechsel oder Circulation. 203. Canäle. 206. deren Weite. 207. Wärmecanäle und deren Richtung. 214. Dampfheizung. II. 406. X. 429. mittelst des Thermosiphon. IX. 1019.
ekteus. Griechisches Mass. VI. 1244.
lenenfeuer. S. **Wetterlichter.** X. 1625.
likophon. S. **Schall.**
liographie. S. **Daguerrebilder.**
liometer. V. 221. von Bouguer, Savery und Dollond. 222. von Fraunhofer. 223—230. dessen Gebrauch. 230—236. Lambert's Vorschlag. 237.
lioskop. Instrument zur Beobachtung der Sonne. V. 238.
liostat von s'Gravesande. V. 239.

Zus. Ein sehr brauchbarer Heliostat mit einfacher Spiegelung ist erfunden von Gambey und beschrieben von Hachette. Dieser Beschreibung setzt Poggendorff viele wichtige Bemerkungen hinzu [1]. Neuerdings hat J. Th. Silbermann einen von ihm erfundenen, sehr bequemen und nicht kostbaren Heliostaten dem Institute zu Paris vorgelegt. Man erhält denselben durch Soleil (rue de l'Odéon) [2].

liothermometer von de Saussure. IX. 538. X. 132.
liotrop von Gauss. V. 246. Beschreibung desselben. 248. Bemerkungen über seinen Gebrauch. 250. Berichtigungen. 251. Scheiner's Heliotrop. 254.
llheit oder **Helligkeit** eines erleuchteten oder leuchtenden Körpers. III. 1145. VI. 284. X. 2450. 2464.

1 Dessen Ann. Bd. XVII. S. 71.
2 Compt. rend. T. XVII. p. 1319. Poggendorff Ann. Bd. LVIII. 574. L'Instit. XIme Ann. N. 521. p. 437. mit Zeichnung in Ann. Ch. et Phys. 3me Sér. T. X. p. 298.

Digitized by Google

Helm beim Destilliren. II. 518.
Helmsfeuer, St. S. **Wetterlichter.** X. 1625.
Hemeralopie. IV. 1415.
Hemiopie. S. **Halbsehen.** IV. 1419.
Hemmung in den Uhren. VII. 1164. IX. 1120.
Herbst. V. 254. **Herbstnachtgleichen.** 255. **Herb**
punct. 255.
Heronsball, Heronsbrunnen. S. **Springbrunnen.** VIII.
Hexenbrunnen. S. **Quelle.** VII. 1047. 1065.
Hexerei. VI. 631.
Himmel, grüner. I. 9. Himmelsgewölbe. V. 256. Färbungen de ben, Nachträge zum Art. Abendröthe. 257. scheinbare Gestalt Entfernung des Himmelsgewölbes. 258. und der an demselben findlichen Gegenstände. 260.
Himmelscharten. S. **Sterncharten.** VIII. 1008.
Himmelskugel, künstliche. V. 262. deren Einrichtung. 262 Gebrauch. 268. Geschichtliches. 270. VIII. 1013. vergl. **Sphä** VIII. 914.
Himmelspole. S. **Weltpole.** X. 1498.
Hindernisse. der Bewegung. I. 971.
Hippikon. Griechisches Mass. VI. 1241.
Hitze. Einwirkung auf den Magnetismus. I. 32. VI. 836. 948.
Hoboe. Musikalisches Instrument. VIII. 360.
Hochdruckdampfmaschine. II. 455.
Hochebenen. III. 1140.
Hodometer. älteste Vorrichtungen zum Messen der Länge der V. 271. Hohlfeld's Schrittzähler. 272. dessen verbesserter messer. 273.
Höhe. eines Ortes. V. 279. eines Gestirns. 280. X. 2376. corre dirende Höhen. II. 683. V. 281.
Höhenkreis. IX. 727.
Höhenmessung. barometrische. V. 282. erste Anwendung und rie. 283. Regeln des Messens. 292. Bestimmung der Cons 295. Bemühungen de Luc's. 297. Dalton'sches Gesetz. 305. derliche Correctionen wegen des Wasserdampfes. 306. wegen Wärme. 311. daraus entstehende Fehler. 314. Einfluss der T und Jahreszeiten. 316. des horizontalen Abstandes der Orte. der Winde. 319. mittlere Höhe der Orte aus anhaltenden Beo tungen. 323. unvermeidliche Fehler. 325. abgekürzte Berechn und Tafeln. 327. Thermometrische Höhenmessung. V. 333. X.

Zus. In einer gehaltreichen Abhandlung zeigt Be dass barometrische Messungen nur dann völlig sichere Resu liefern können, wenn beide Stationen in einer verticalen L liegen; für entfernte Orte würde dieses aber nur möglich s wenn die horizontalen Luftschichten im Gleichgewicht wä

Digitized by Google

was aber dann nicht stattfinden kann, wenn andere als horizontale Bewegungen derselben vorhanden sind. Ausserdem bringen auch die beständigen Unterschiede der gebrauchten Barometer Irrthümer hervor. Die erste dieser Fehlerquellen lässt sich beseitigen, wenn man die Beobachtungen der Barometer, womit das Land, dessen Höhen im Innern gemessen werden sollen, an mehreren Orten umstellt ist, mit einander combinirt; die zweite wird vermieden, wenn man ein tragbares Barometer wiederholt mit den an ihren Stationen feststehenden vergleicht. Dass beide Mittel genügen, wird durch den Calcül dargethan[1]. Ueber das barometrische Höhenmessen im Ganzen handelt Dr. Gust. Suckow in einer eigenen Schrift[2].

Höhenparallaxe. S. **Parallaxe.** VII. 287.
Höhenpuncte. V. 335. Höhentabelle. 339—397.

Zus. Die mitgetheilte Höhentabelle enthält die damals bekannten Bestimmungen ziemlich vollständig. Inzwischen haben sich seitdem die Messungen, namentlich die barometrischen, in einem solchen Grade vermehrt, dass an die Benutzung des gesammten vorhandenen Materials hier nicht wohl gedacht werden kann, und es würde eine nicht bloss schwierige, sondern insbesondere auch lange Zeit erfordernde Aufgabe seyn, das Ganze kritisch zu prüfen und zweckmässig zu ordnen. Um indess mit Benutzung der vorzüglichsten Quellen[3] mindestens einige Angaben zu verbessern und wesentliche Lücken auszufüllen, füge ich folgende Ergänzungen hinzu[4]:

---

1 Astronomische Nachrichten. 1835. N. 279. Poggendorff Ann. XXXVI. S. 187.

2 Die barometrische Hypsometrie. Darmst. 1843. Man findet hierin ausserdem die Gauss'schen Tafeln für Meter und auch auf Fuss reducirt, desgleichen eine sehr vollständige Höhentabelle.

3 Dahin gehören hauptsächlich: Deutschlands Höhen u. s. w. von H. Berghaus. 1 Bd. Berl. 1834. 2te Aufl. und die reichhaltige Sammlung: Höhenmessungen in und um Thüringen u. s. w. von K. E. A. Hoff. Gotha 1833. 4., desgleichen die Messungen in den Cevennen von d'Hombres in Bibl. univ. 1832. Juin, daraus in Berghaus Ann. Th. VI. 462; ferner die zahlreichen Messungen in den Karpathen von Zeuschner, mitgetheilt in den Monatsberichten der geographischen Gesellschaft zu Berlin, Pentland's Messungen americanischer Höhenpuncte in Hertha Bd. XIII. Hft. 1 und andere.

4 Die Bestimmungen sind in pariser Fuss über dem mittleren Mee-

A.

Aconcagua (Chili) . . .	22473
Add'Igrat, Stadt (Abyssin.)	7604
Aduah, Stadt (Abyssin.)	5849
Ahornberg, Berg t. . . .	2405
— Stadt	1890
Alexandersbad	1766
Alla Tepessi (Kl. As.) .	13693
Alsbach, Glashütte (Thür.)	2217
Alta de Lachagual (Peru)	14524
Altenstein, Schloss . . .	1193
Alun-alun (Java) . . .	8540
Ancomarca (Chili) . . .	12675
Anconcagua (Chili) . . .	22032
Angstädt, Dorf	1321
Anonymus (Kaukas.) . .	15870
Apenrade	834
Aral, See	41
Ararat, grosser	16069
— kleiner	12232
Ardèche	3864
Arequipa, Vulcan	15651
— Stadt	6863
Argäus (Ardschisch) . .	12290
Argentière	631
Arnoldsdorf	1065
Artern	529
Atsbi, Stadt (Abyss.) .	8312
Aubenas	945
Arnstadt (Geraspiegel) .	864
Auerberg	1845
Axum, Stadt (Abyss.) .	6680

B.

Badenhausen	533
Baireuth	1050
Ballasch (Karp.)	1692
Barjac	51[illegible]
Bartkowka (Karp.) . . .	441[illegible]
Bauzon	42[illegible]
Beerberg, grosser . . .	30[illegible]
Belvedere (Weimar) . .	[illegible]
Benneschau	[illegible]
Bennstätt	[illegible]
Ben-Schallien	3[illegible]
Benshausen	14[illegible]
Benzigerode	[illegible]
Bergen (Norwegen) . .	[illegible]
Berka	[illegible]
Berlin	[illegible]
Bern, Observ.	1[illegible]
Berneck	1[illegible]
Beschtau (Kaukas.) . .	43[illegible]
Bethlehem	24[illegible]
Beuthen	[illegible]
Bibra	[illegible]
Bieskid	6[illegible]
Bischofsgrün	2[illegible]
Bischofskoppe	2[illegible]
Black (Nordam.)	55[illegible]
Black-Mountain	6[illegible]
Blankenburg	[illegible]
Blessberg	2[illegible]
Bogolosk (Ural)	[illegible]
Bogoslowsk	[illegible]
Bonn	[illegible]
Bouliechsberg	2[illegible]
Bozdorfferegg	5[illegible]
Brätschberg	13[illegible]
Bragel	4[illegible]
Brèche de Tuquerouge .	89[illegible]
Breitenbach	19[illegible]
Breitenberg (bei Ruhla)	19[illegible]
Breslau, Oderspiegel . .	3[illegible]

---

resspiegel, und wenn die Orte unter diesem Niveau liegen, wird dies durch das Minuszeichen (—) angedeutet.

Brestowa (Karp.)	4772
Brigg	2129
Brion, Berg	3072
Brisson, Thurm	2410
— Schloss	1865
Bristenstock	9565
Brocken t.	3508
Brotten (Norw.)	2204
Brüsel	178
Brussa, Stadt	326
Brusterud (Norw.)	2620
Brzenkowitz	787
Buchberg (Schlesien)	2066
Buchen	1026
Buchenberg (Harz)	1899
Bugulma (Ural)	756
Buitenzorg (Java)	833
..la (Karpath.)	2958
..rg Tonna	781
..lbest	8160

C.

Cairo, Nil	28
Cajamarca, Dorf	11958
Cannstatt	680
..sa Cancha (Peru)	13496
Caspisches Meer	—76,3
..conas, Dorf	2216
..aret, Berg	3060
..backel	1174
..ro de Chuquibamba	19365
..ro de Pasco (Peru)	13395
..se, Quelle	1460
..eln	717
..orzew	985
..cuito, Stadt	11467
..uquisaca, Stadt	8213
..teron t.	4311
..burg, Schloss	1430
— Stadt	1001
Cochabamba, Stadt	7428
Col de Trient	4120
Conda, Quelle	3163
Coubladon	2589
Creutzburg	580
Cursdorf	2473
Cythene	7297
Cytheron	4348
Czerwena Skala	2343
Czuba Smreczynska	5448

D.

Daglie (Norw.)	2728
Delphi (Euböa)	5372
Demavend	13790
Diablerets	9974
Dienstädt (a .d. Ilm)	1040
Dietrichskopf (Harz)	1858
Dittelsatt	706
Dixa, Stadt. (Abyss.)	6772
Dobschau (Karp.)	1324
Döbern, Gross-	415
Döllstädt, Dorf	1310
Dörnfeld (a. d. Ilm)	1201
— (a. d. Haide)	1382
Dolinka-Smreczynska	6366
Dolmar, Berg	2289
Dolotberg	4453
Dornberg, Schlosshof	1120
Dorowadi (Java)	7957
Dourbie, Quelle	4227
Dresden, Elbe	313
Dubowa (Karp.)	1567

E.

Eckardskopf, grosser	2573
Eckartsberge, Ruine	897
Egerquelle	2215
Ehrenstein, Ruine	1350
Eichfeld	889

Digitized by Google

Eisenach, Nessespiegel 677
Eisleben 385
Ejesfield 4057
Elbrus 15360
Ellrich (Harz) 822
Ennert (Siebengebirge). 457
Epprechtstein 2436
Erfurt 627
Ettersberg 1440
Eubigheim 937
Eversberg 2064

F.

Fage, le, Berg 3906
Falkenberg (a. d. Nied) 240
— (Oberschles.) 538
Feuerstein (Harz) 2680
Fichtelberg, Dorf 2031
Fichtelsee 2361
Finkenberg (Siebengeb.) 352
Fischsee (Tatrageb.) . . 4212
Fölmar 2095
Fogstuen (Norw.) . . . 3106
Folgefunden (Norw.) . . 5428
Fougace 480
Frankenberg (Thüringen) 1663
Frankenhausen 546
Frankfurt, Mainspiegel . 317
Franzensbad 1342
Friedland 604
Friedrichshöhe 1534
Fröbeshammer, Main . 1929
Furca 7795

G.

Gajak (Java) 6760
Gattendorf 1701
Gedé (Java) 9230
Gefrees 1550
Geblitz, Berg 1529
Gehlitz, Stadt 104
Gehren, Amt 152
Geilsdorf 121
Gemünd 160
Genezareth, See. . . . —5
Gerlsdorfer Spitze . . . 73
Gewand (Tatrageb.) . . 30
Gickelhahn 26
Gindura, Berg (Karp.). 32
Glärnisch 90
Gleiwitz 6
Göllingen, Wippersp. . . 5
Gösselborn 14
Goldkronach 13
Gordon d'Alais, Quelle . 2
— d'Anduze, Quelle 2
Gortin 7
Gotha 9
Gräfenau 1
Gräfenthal, Stadt 1
Grandfather (Amer.) . . 5
Gran Sasso (Ital.) . . . 8
Gravenreuth 1
Greifenberg (Thüringen) 2
Greifenstein (Harz) . . . 1
Griesenbach, Quelle . . 2
Guiona (Griechenl.) t. . 7
Gumurra (Java) 69
Gunong Prahu (Java) . 7
Gusta (Norw.) 5

H.

Häger-Bruchberg . . . 1
Hallingskarven (Norw.). 5
Hartenberg (Siebengeb.) 1
Hasselfelde 1
Hausberg (Jena) 1
Hebron 2
Heida, Dorf 1
Heidberg 2

Digitized by Google

delberg (Thüringen)	1326
oberg (Harz)	1390
dratstein	1395
kon t.	5384
gelbach, Dorf	1330
dowa, Ort	1984
ngrund (Karp.) . .	2071
og August (Harz) .	1698
- Wilhelm (Harz)	1731
burghausen	1191
chberg (Rhein) . . .	721
— (Schlesien) .	1044
stein (Schlesien) .	3190
(bei Baireuth) . .	2080
elberg	1535
(Saale)	1443
(Warte)	1758
nberg, Schloss . . .	1600
ntann	1773
ritzhorn	10180
tracht (Harz)	1924
e (Harz)	2790
nstein	1253
a (Tatrageb.)	3268
eame	343
yDjel, Berg (Karp.)	3338
aca Tia, Dorf . .	11278
llay (Peru)	13289
na Potosi	12748
ereck	8866
rode (Harz)	1500
chin	724
cie (Tatrageb.) . .	5332
ettus	3161

I.

nnoi	3440
bsplatz (Norw.) . .	2920
ndorf	97
kowa	2352
Jakuzk	268
Javahir	24156
Jedlin, Weichselsp. . . .	703
Jekatharinenburg	912
Jelenska Skata	3418
Jena, Observ.	501
Jenzig	1216
Jerbinsk	456
Jericho	—527
Jerusalem	2473
Iglo (Karp.)	1417
Illimani, Berg	21303
— See	14040
Ilm, Stadt	1113
— Dorf	1675
Ilmenau	1523
Ilsenstein	1400
Ilsethal	1600
Inselsberg t.	2855
Intetchau,Stadt(Abyssin.)	6118
Jonskunden (Norw.) . .	2962
Joyeuse	557
Iwan, Berg	2981

K.

Kaardalen (Norw.) . . .	3723
Kakelthal (Norw.) . . .	3313
— Pass.	3702
Kalm, grosser	1725
— kleiner	1466
Kaltennordheim	1360
Kapsdorf	1669
Karlshaus (Harz)	1977
Kasan	270
Kastenberg (Karpathen)	7200
Katscher, Schloss	700
Kawa-Patahu (Java) .	6685
Kedronthal	2139
Kefernburg	1138
Keilhau	1098

Kesmark 1783
Khelmos (Griechenl.) . . 7249
Kieferle, Berg 2710
Kindjoomojoo (Java) . . 3200
Kinnekulle (Schweden) . 856
Kleven (Norw.) 2057
Klintschewsk (Kamtsch.) 14790
Königerode (Harz) . . . 780
Königsberg (Harz) . . . 2160
Königssee 1200
Königsstuhl (Thüringen) 1393
Königswinter (Rhein) . 147
Kösen 314
Kösseine. t. 2862
Kongsberg 538
Kongsvold 2959
Kondratowa (Tatrageb.) 6106
Kopa (Tatrageb.) . . . 5197
Kordik, Dorf 2618
Kornberg 2550
Koszgsta (Tatrageb.) . 6105
Kotterbach 1710
Kralovan, Dorf 1250
Kralowa-Hola(Tatrageb.) 5877
Krannichfeld (Schloss) . 1107
Krautheim, Jaxtspiegel . 682
Kremnitz 1779
Kronach, Stadt 1055
Krywan (Tatrageb.) . . 7675
Kulm 2100
Kunitzberg 1527

L.

Laband 621
Längenauer Warte . . . 2085
Landgemeinde (Harz) . 1399
Lagunillas, Dorf 11972
Landsberg 610
Langenbrücken (Schloss) 880
Langensalza 664
Lausche, Dorf 199
Lawa (Java) 1006
Leisnitz 7
Leopoldscapelle 16
Leschnitz 6
Lichstädt, Schloss . . . 12
Lichte, Dorf 17
Lichtenhagen (Harz) . 12
Liebringen, Gross- . . 13
— Klein- . . . 13
Lima 4
Limberg (Siebengeb.) . 7
Linayegna (Lappland) . 5
Lobedaburg 11
Lobenstein, Schloss . . 1
Lodosebu (Java) . . . .
Lommseggen (Norw.) . 6
Loslau . . . .
Lozère 5
Lougen (Norw.) . . . .
Lubie . . . .
Lubien 1
Lublinitz . . . .
Lubnia . . . .
Luc, Schloss 3
Ludwigstadt . . . . . .
Ludzimierz, Gut. . . . 1
Lybien, Wüstenplateau

M.

Mägdesprung . . . . . .
Märingerberg . . . . . .
Main - Quelle . . . . . .
Mamellawangi (Java) . .
Mannheim, Rheinsp. . .
— Sternw. . . .
Manoblet . . . .
Mansfield Mountain . . .
Marchenegg . . . .
Marksuhl . . . .

Digitized by Google

artigni	1481
astricht	161
atthorn	9850
ayre	1736
einingen	910
engshardtdorf	1890
erapi (Java)	8640
erbabu (Java)	9590
eneburg, Schloss	298
ende	2287
elet	437
lowitz	792
elberg (Harz)	1483
glani (Karp.)	1144
enhaus, Wernigeroder	2140
tals (Gipfel d. Esparou)	4370
te maggiore (Istrien)	12341
gries	7366
grinsel	6604
tréal	871
t Sanin du Liban	7773
t Servin	13860
scow	456
steitz	1346
nt-Washington	5845
tière	431
kenreuth	1670
berg, Ruine	1125
chen	1597
chsberg	1728
gelberg	2185

N.

tberg	1875
bula (Karp.)	844
zelone (Tatrageb.)	6726
akigebira (Ural)	1020
o, Dorf	948
ndorf	1038
burg	416
Nazareth	820
Neälf bei Tuset	650
— — Tydal	914
Neouvel od. Grand Pic	9714
Neppen (Norw.)	2750
Neu-Albenreuth	1660
Neudeck	870
Neuhaus, Schloss	1765
Neusohl	964
Neustadt (Harz)	828
— (Schlesien)	803
— (Thüringen)	2379
Nevado de Sorata	23646
Nicolai (Schlesien)	924
Nonnenstromberg	959
Nordhausen	678
Nosal (Tatrageb.)	3575
Novgorod	60
Nystuen, Wirthsh.	3247

O.

Oberdollendorfer Hardt	760
Oberhof, Dorf	2523
Ochsenkopf	3134
Oelberg gr. (Rhein)	1430
— kl. —	1115
— (Jerusalem)	2555
Oerenstock, Dorf	1776
Ohrdruf	1197
Okerhütte (Harz)	696
Olonos (Griechenl.)	6846
Olymp (Bithynien)	6917
Onochoi	1605
Oppeln	439
Optun (Norw.)	1349
Ortowa, Berg	5531
Oruro, Stadt (Amer.)	10952
Osterode	708
Ostra Skala Kubinska (Tatrageb.)	2445

Oszlany 693
Owatscha (Kamtsch.) . 7200

P.

Pangerango 8150
Paria, Dorf (Amer.) . . 10823
Paris, Observ. 206
Parkstein 1834
Parnass 7570
Parnica 1316
Pati, Posthaus 12677
Paz, el, Stadt 10734
Peaks of Otter (Amer.) 3708
Pegoondangan (Java) . 4150
Peiskretscham 681
Peissenberg 3033
Pentelican 3417
Pentelicos t. 3391
Péries, Berg 1548
Perm 348
Petrowitz 871
Pflasterkaute 918
Piekielnik 1888
Pilchowitz 737
Planplatte 6850
Plattenberg 2688
Pless 758
Plösberg, Ort 1759
Pogromnoi 2588
Pohorella 2018
Popenreuth, Schloss . . 1963
Potosi, Berg 14156
— Stadt 11748
Praszywa 5233
Predajna 1310
Presa, Berg 9250
Proscau 552
Pryslop Hyadtowski . . . 3374
Puno, Stadt (Amer.) . . 11295
Pyszna (Tatrageb.) . . 6934

Q.

Quamschest (Norw.) . . 2
Quittelsberg 1

R.

Rabensberg (Harz) . . . 2
Rabinley (Siebengeb.) .
Radzionkau . . . .
Ramberg (Harz) . . . .
Ratibor . . . .
Rauhe Höhe (Harz) . .
Raziborska (Tatrageb.) .
Raztoczna, Dorf . . . .
Reinhardsbrunn . . . . .
Remda, Stadt . . . . . .
Repten . . . .
Reuth . . . .
Rheinburg (Thüring.) .
Rheinsfeld, Dorf (Thür.)
Rhonitz . . . .
Riechheimer Berg . . .
Roan Mountain (Amer.)
Robota, Berg . . . . .
Rösnitz . . . .
Rösslau, Ober- . . . .
— Unter- . . . .
Ronneburg (Harz) . . .
Rosenau, Dorf (Karp.).
— grosse . . . .
Rosskopf bei Eselbrunn
Rothehütte (Harz) . . .
Rothenberg bei Schlossau
Rothenkirchen . . . . .
Rothenseethurm (Karp.)
Round-Top . . . . . .
Rudolphstein . . . . . .
Rudolstadt, Schlosshof .
Ruhla . . . .
Rupberg, Berg . . . . .
Rybnik . . . .

Digitized by Google

S.

…lfeld	772
…dquelle	2163
…hsa (Harz)	942
…chsenstein	2922
…ddle-Mountain (Amer.)	3750
…int Julien	880
…ntres, Quelle	3400
…le, La	809
…aria	926
…lberg (Thüring.)	2237
…ngerhausen	492
…so, Gran-	9000
…erhorn	10192
…ddaw (England)	3312
…eludtsch, gr. (Kamtsch.)	9898
— kl. —	8249
…singen, Stadt	1265
…alkalden	940
…ölnitz	1645
…eeberg (Thüring.)	1342
…eekopf	3043
…eekoppe	4930
…elburg, Ruine	467
…rgast	424
…pforte	400
…rzburg, Schloss	1070
…arze, Quelle	2650
…rzwald, Dorf	1455
…ller, Dorf (Karp.)	1417
…eisskopf (b. Rudolst.)	963
— (Thüring.)	1525
…rg, Sternw.	1128
…	1633
…sk	1635
…n	1751
…reuth	1432
…ndsberg, Dorf	2392
…berg	1031
— (Harz)	1280

Sillein	1043
Sindoro (Java)	9682
Singerberg	1702
Siwah, Oase	96
Slamat (Java)	10630
Sömmerda	493
Sohrau	812
Sondershausen	540
Sonneberg, Stadt (Thür.)	1333
Sophienhof	1566
Sophienreuth	1741
Sorata	22182
Sorge (Harz)	1496
Spaleniek (Tatrageb.)	4112
Sperberhöhe	1487
Spielberg	1821
Srednia Kopa (Tatrageb.)	4112
St. Andre (Karp.)	1273
Steina (Harz)	1002
Steinach, Stadt (Thüring.)	1565
Steinau (Schlesien)	596
Steinringsberg (Rhein)	706
Steinwald, höchst. Punct	3022
Stenzelberg (Rhein)	901
Stollhorn	6767
Stracena, Dorf	2351
Stubenberg (Harz)	855
Suchy (Tatrageb.)	5715
Suczany	1169
Suez, Salzlachen	20
Suhl, Stadt	1397
Suroloyo (Java)	4830
Swiety Krzyz	1966
Szczyt (Tatrageb.)	6371
Szumiacz, Dorf	2615

T.

Tabor	1747
Table-Mountain (Amer.)	3208
Tacora, Dorf	12756

Tacua, Stadt 1579
Tacunga (Amer.) . . . 9900
Taganai (Ural) 3284
Tajowa, Dorf 1354
Talaga Aiebau (Java) 6457
— Dringa — 6238
— Patengan — 4790
Tambach 1352
Tamman-Soat (Java) . 7420
Tannengarten 1560
Tannrode 921
Tarn, Quelle 4796
Taygetus 7416
Teichel, Stadt 958
Telegaboda (Java) . . . 5220
Tellendorf 972
Themar, Stadt 1038
Thierstein, Schloss . . . 1884
Tia Huanaka, Dorf . . . 11278
Tiflis 1079
Tigilsk 150
Timmerade (Harz) . . . 704
Tirschenreuth 1503
Titicaca, See 11170
Tobalatschinsk (Kamtsch.) 7800
Tobolsk, unten 110
— oben 334
Todtes Meer . . . . —598
Tolbatschinsk (Kamtsch.) 7800
Tolima 17190
Tomanowa-Polska (Tatrageb.) 6071
Tonndorf 986
Tost 752
Transtrand 3296
Tröhberg 2310
Troizkosawsk 2082
Troppau 751
Tschindant, Festung . . 1868
Tüttleben 901
Tupisa, Stadt . . . . . .
Turdosin . . . .
Tyälf (Norw.) . . . . .

U.

Uda, Quelle . . . . . .
Umpfer, Quelle . . . . .
Unterberg (Harz) . . .
Unterhöchstadt, Schloss.
Unter-Steben . . . . .
Uptazik, Berg . . . . .

V.

Valleroge . . . .
Vardussia (Griechenl.) .
Vaterrode (Harz) . . . .
Vialas . . . .
Vigan, Le . . . .
Villefort . . . .
Viszosa (Karp.) . . . .

W.

Wach, Berg (Würtemb.)
Wachberg (Harz) . . .
Wachsenburg, Schloss .
Walburgishöhe . . . . .
Waldai . . . .
Waldsachsen . . . . . .
Waldstein . . . .
Walkenried . . . .
Walldürn . . . .
Warmensteinach . . . .
Wartburg . . . .
Warteberg (Harz) . . .
Wartthurmberg . . . . .
Wayang (Java) . . . .
Weissenfels, Schloss . .
Weissenstein, Ruine . .
— (b. Stambach)
Wendefurth (Harz) . . .

Wendelstein, Schloss . .	455	**Y.**	
Wendistock	9536	Yetesknob (Amer.) . . .	5527
Wertheim	402		
Wiesau	1624	**Z.**	
Wilhelmsthal (Thür.) .	1029		
— Jagdschloss	968	Zabawa, Wirthsh. (Karp.)	1160
Willinger, Berg	1559	Zadnia-Hola (Tatrageb.)	5715
Windknollen (Jena) . .	1145	— Kopa	4294
Winterberg (Harz) . . .	2682	Zell, Probstei	509
…leben	1183	Zella, Stadt	1598
…ohlau, Weichselsp. . .	705	Ziegelrode	998
…olfsthalskopf (Harz) .	1680	Ziegenhals	857
…ormberg (Harz) . . .	3028	Zion	2555
…owiec	3384	Ziria (Griechenl.) . . .	7253
…siedel	1604	Zlatoust (Ural)	1120
…elberg	2592	Zülz (Schlesien)	784
…atowa, Berg (Karp.)	3896	Zweilütschinen	2044

Nach v. Humboldt haben die Hochebenen in den verschie-denen Ländern folgende Höhen:

…ien (Iran)	3900	Auvergne	1044
…cow	402	Schweiz	1320
…bardei	480	Baiern	1560
…waben	900	Spanien	2100

Höhle. V. 398. durch Auswaschungen und Hebungen entstanden. 399. Beschreibung der bekanntesten Höhlen. 400—411. Tropfstein der Höhlen. 412. vulcanische Höhlen. 413. Eishöhlen. 414. Aeolus-höhlen. 418—420. Schwefelhöhle. 421. Höhlen mit mephitischen Gasen. 422. ausgegrabene Höhlen. 422—424. durch ursprüngliche Hebungen entstandene. IV. 1264.

Zus. Die vielen, neuerdings bekannt gewordenen Höhlen zu beschreiben würde zu viel Raum erfordern. So ist z. B. im J. 1833 eine grosse, aus vielen Abtheilungen bestehende, mehrere Stockwerke über einander und die herrlichsten Tropf-steingebilde enthaltende, mit einigen Wasserfällen eines wasser-reichen Baches im Innern, zwischen Caher und Mitchelstown in Irland in einem Kalksteinberge aufgefunden worden [1]. Eine grosse und schöne Höhlenreihe zu Kanareh auf der Insel Salsette un-

1 Manchester Guardian. 1833. Aug. 10.

weit Bombay fand Morier[1]. In Hohenzollern-Sigmaringen si deren vier im Jurakalk, alle mit Tropfstein, die Königshein die Karlshöhle, die Mühlheimer, alle etwa zwei Stunden von e ander. Eine grosse Höhle bei Hasel im Badischen hat C. Lembke[2] beschrieben und durch 12 Kupfertafeln erläutert.

Höhrauch. Höhenrauch, Heerrauch, Haarrauch, Heidenrauch. S. N bel. VII. 38. und **Meteorologie.** VI. 2025.

Höllenstein. VIII. 799.

Höll'sche Maschine. S. **Pumpe.** VII. 976. X. 868. S. W **sersäulenmaschine.** X. 1253.

Hörrohr. V. 424. dessen Erfindung. 426. verschiedene Arten. 430. nicht hohle, zum Hören durch die Zähne. 431.

Hörtrompete. S. **Hörrohr.** V. 427.

Hof um Sonne und Mond. V. 433. kleine Höfe und deren Farben. deren Erklärung. 434. Nachahmung derselben. 438. Glorie um Kopf eines Beobachters. 439. ältere Erklärungen der kleinen H 442. grössere Höfe in Verbindung mit Nebensonnen. 444—449. nungen über ihre Ursachen. 450. Huyghens' Theorie. 451 Z fel dagegen und Mayer's Hypothese. 454. Fraunhofer's The 458. Brandes' Erklärung. 462. Anwendung auf die Erschein der Nebensonnen. 464. Höfe um Sonne und Mond, in deren Ce diese Körper stehn, und deren Erklärung. 473 ff. Nebensonnen Gegensonnen. 488. die Berührungskreise und deren Erklärung.

Zus. Sykes erzählt, dass er oft in den Nebeln in I sein Bild sehr deutlich gesehn habe, und zwar von einem zenden Regenbogen umgeben, dessen Durchmesser 50 bi engl. Fuss betrug und den ein Nebenregenbogen umgab. S Begleiter machten viele Bewegungen, um sich zu überzeu dass die gesehenen Bilder wirklich ihre eigenen seyen[3].

Eine ausführliche Abhandlung, worin zahlreiche Höfe Nebensonnen beobachtet und berechnet worden sind, hat G. G bekannt gemacht[4].

Hogshead. Englisches Flüssigkeitsmass. VI. 1310.

Hohlgläser. S. **Concavgläser.** II. 227. und **Linseng** VI. 378.

Hohlspiegel. I. 1217. parabolische, Abirrung des Lichts in de ben. 165. bei sphärischen. 166. parabolische. V. 506. sphärische

Hollundermarkkügelchen, elektrische. III. 307.

---

1 Dessen zweite Reise durch Persien u. s. w. Weim. 1820. S.
2 Die Erdmannshöhle bei Hasel u. s. w. Basel 1803. gr. fol.
3 Philos. Trans. 1835. Pt. I. p. 194.
4 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 1. 241.

olz in Torfmooren. VIII. 1243.
olzarten. deren veränderliches specifisches Gewicht. IV. 1539. Wärmeerzeugung beim Verbrennen. V. 143.
olzasbest absorbirt Gase. I. 107.
olzgeist. IX. 1703.
omöomerie. VI. 1395.
onigthau. S. **Nebel.** VII. 37. Vergl. **Thau.** IX. 707.
örrohr. S. **Hörrohr.** V. 432.
orizont der Globen. V. 264. am Himmel. 515. 516. des Auges. VII. 426. künstlicher. VIII. 788.
orizontalparallaxe. V. 516. VII. 287. Aequatoreal-Horizontalparallaxe. 288.
orizontalprojection. VI. 103.
orizontaluhr. S. **Sonnenuhr.** VIII. 889.
orn. Musikalisches Instrument. VIII. 359.
ornblendschiefer. Gebirgsart. III. 1083.
ornfels. Gebirgsart. III. 1081.
ornhaut des Auges. I. 530.
ornsubstanz. IX. 1718.
oropter. IV. 1472.
oroskop der Astrologen. VIII. 994.
ühnerblindheit. IV. 1414.
üttengebläse. S. **Gebläse.** IV. 1133.
üttenkunde. S. **Metallurgie.** VI. 1816.
umin. IX. 1713.
undstage. V. 518.
undssternperiode. S. **Jahr.** V. 667. **Periode.** VII. 407.
ungerquelle. S. **Quelle.** VII. 1066.
urrican. Sturmwind. X. 2023. deren Wirkungen. 2048.
ydraulik. V. 518. Visiren der Quellen. 519. hydraulische Maschinen. 520. 521. Hydrotechnik, Wasserbau, Strombau. 522—527. Schleusen. 527. Geschichte und Literatur. 528—531. S. **Hydrodynamik.** V. 532 u. s. w.
ydrate. X. 1265.
ydriodnaphtha. IX. 1702. Dichtigkeit ihres Dampfes. II. 397.
ydriodsäure und hydriodige Säure. S. **Iod.** V. 788.
ydrobromnaphtha. IX. 1702.
ydrochlorsäure. II. 94.
ydrodynamik. Erfahrungssätze. V. 532. Zusammenziehung der Wasserader und Ausflussmengen. 533—544. aus Oeffnungen in Scheiben. 533. aus Ansatzröhren. 540. Verhalten des Quecksilbers und Oels. 544. Einfluss der Wärme bei Röhren. 545. theoretische Bestimmungen der Ausflussmengen. 546. Anwendung auf Druckpumpen. 548. und den Heber. 549. Widerstand, welchen die bewegten Flüssigkeiten erleiden. 550. Rückwirkung ausfliessender Flüssigkeiten. 551. Grundformeln der Hydrodynamik. 553. und deren Anwen-

Digitized by Google

dung auf lineare Bewegung. 557. auf Bewegung in einer Ebe 567. Geschichte und Literatur. 570. allgemeine Behandlung der ben. S. **Mechanik.** VI. 1523. **Rad.** VII. 1165. **Röhr** VII. 1411.

Zus. Um die Zusammenziehung der Wasserader zu be stimmen, hat Buff mehrere Reihen Versuche angestellt, wel übereinstimmend zu dem Resultate führen, dass der Ausfl coefficient mit der Höhe abnimmt, wie schon Hachette[1] fa indem er denselben = 0,69 für h = 16 Millim. und = 0, für h = 15 Centim. erhielt. Um aus mehreren Versuch reihen nur das Resultat einer einzigen hervorzuheben, bem ich, dass derselbe für die Druckhöhen zwischen 38 Zoll 1 Zoll von 0,6440 bis 0,6918 zunahm, eine für die Pra wichtige Erfahrung[2]. Einige zum Theil hierher gehörige U tersuchungen von Felix Savart[3] beziehen sich zunächst a die Gestalt, welche die aus kreisrunden Oeffnungen in dünn Blechen herabfliessenden Wasserstrahlen annehmen, die in Fol der Adhäsion zwischen den Flüssigkeitstheilchen und wohl a aus sonstigen Ursachen sich stellenweise ausdehnen und zul in Tropfen verwandeln. Was für die praktische Anwend am wichtigsten ist, nämlich die Bestimmung des Coeffici für die Zusammenziehung der Wasserader, ist wohl durch die za reichen, hierauf verwandten Bemühungen mit genügender Schä ausgemittelt worden, wie dieses aus den späteren Untersuch gen von Bayer[4], Weissbach[5] und O. v. Feilitzsch[6] hervorge Letzterer hat mit Rücksicht auf die früheren Arbeiten d ganze Problem einer abermaligen theoretischen Untersuch unterworfen, wodurch er dahin gelangt, dass die Ausflussmeng M in einer Secunde mittlerer Sonnenzeit

$$M = 0{,}8\pi a^2\sqrt{2gh}$$

seyn müsste, wenn a den Halbmesser der Oeffnung, g den Fa raum in 1 Secunde und h die Höhe bis zum Wasserspiegel i

1 Ann. de Chim. et Phys. T. I. p. 202. T. III. p. 78.

2 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 227.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. LXXX. p. 337. Poggendorff A Bd. XXXIII. S. 451. 520.

4 Compt. rend. T. XVIII. p. 85.

5 Versuche über die unvollkommene Contraction des Wassers be Ausfluss desselben aus Röhren und Gefässen. Leipz. 1843. 4.

6 Poggendorff Ann. Bd. LXIII. S. 1.

Digitized by Google

zeichnet. Diese Bestimmung wird indess noch durch anderweitige Bedingungen modificirt, deren ausführliche Erörterung hier zu viel Raum erfordern würde.

Hydrographie. V. 573. ältere. 574. neuere. 575.
Hydrometeore. deren Einfluss auf das Barometer. VI. 1969. auf die Temperatur. IX. 569.
Hydrometer. S. **Aräometer.** I. 263. 384.
Hydrophan absorbirt Gase. I. 107. Verhalten zum Lichte. VII. 883. X. 2449.
Hydrophor. S. **Bathometer.**
Hydroselensäure. VIII. 781.
Hydrostatik. wichtigste Lehren. V. 576. gleichmässiger Druck der Flüssigkeiten. 577. gegen die Wandungen und den Boden. 579. s'Gravesande's Follis. 582. Galilei's Experiment. 582. Druck gegen eine gegebene Fläche. 584. Gleichgewicht ungleicher Flüssigkeiten. 585. in das Wasser eingetauchter Körper. 586. Grundformeln der Hydrostatik. 589. Geschichte dieses Zweiges. S. **Mechanik.** VI. 1497.
Hydrotechnik. S. **Hydraulik.** V. 522.
Hydrotellursäure. IX. 232.
Hydrothermometer nach Parrot. IX. 897.
Hyetometer. S. **Regenmass.** VII. 1340.
Hygroklimax. I. 266. 379. VI. 450.
Hygrometer. I. 111. 467. Leslie's. S. **Differentialbarometer.** II. 536.
Hygrometer, Hygroskop. V. 592. aus dem Thierreiche. 594. Smith's aus Darmsaiten. 594. Chiminello's aus Federkiel. 596. St. Martino's aus Goldschlägerhaut. 597. Casbois' aus Seide. 597. de Luc's aus Elfenbein. 598. Saussure's aus Menschenhaar. 600. de Luc's aus Fischbein. 602. Hygrometer aus dem Pflanzenreiche, von Leupold, Wolf und Smeaton aus Seilen. 606. von Dalencé aus Papier. 607. von Hautefeuille aus Bretchen. 607. von Maignan aus Grannen. 608. Hygrometer aus dem Mineralreiche. 609. älteste aus Schwamm mit Salmiakwasser getränkt. 609. Schälchen mit Salz am Waagebalken nach Desaguliers. 611. hygroskopischer Schiefer nach Lowitz. 612. Schwefelsäure nach de la Rive. 614. Hygrometer durch Verdunstung und Niederschlag. 614. nach Fontana und Berzelius. 615. Daniell's Apparat und dessen Abänderungen. 616—622. atmizonisches Hygrometer. 626. August's Psychrometer. 623—628. Theorie. 629. Bestimmung der Hauptpuncte bei de Saussure's Hygrometer. 630—632. quantitative Bestimmungen bei Daniell's Hygrometer. 636. Reduction der psychrometrischen Beobachtungen nach August. 638—642. nach Anderson. 645. nach Bohnenberger. 646. Vergleichung der vorzüglichsten Hygrometer. 649. Prüfung der gangbaren Theorie des Psychrometers. 652—660. uneigentliches Hygrometer von Guyton de Morveau.

Digitized by Google

661. trockne Säule nach PFAFF. VIII. 134. 159. Nachtrag s. M**teorologie.** VI. 1973. sonstige hygrometrische Körper. 1… Reduction des Haarhygrometers. 1975. Mängel des Daniell'… 1977. Vorschläge von ADIE, VERNON HARCOURT und CONNEL. 1… Untersuchungen über den Thaupunct. 1980. Reductionsformeln. 1…

Zus. Eine sehr vollständige Monographie der Hygrom… enthält die von BUNSEN veröffentlichte Preisschrift[1]. SMEATO… Hygrometer ist identisch mit dem früher von ONUFRIUS CONVERSI… angegebenen[2]. BENOIT beschreibt ein künstliches Hygrometer a… Strohpapier[3]. Vorzugsweise eignen sich die Samenkörner … Pelargonien und Geranien zu Hygrometern, indem ihre Gran… sich durch Trockenheit mehr kräuseln. SCHÖN empfiehlt d… das Pelargonium triste als sehr brauchbar[4]. Ein Hyg… meter, wie das von DANIELL, brachte schon früher SOLDNE… Vorschlag[5]. Wie FRANKLIN empfahl GOUGH Mahagoniholz… Hygrometern[6]. Die von DE LA RIVE empfohlene Benutz… der Schwefelsäure zur Hygrometrie[7] wurde schon früher d… VAN MONS in Vorschlag gebracht[8]. HUTTON schlug vor, … Thermometerkugel mit Wasser von der Temperatur der At… sphäre zu befeuchten, und hielt dann den Punct, bis zu wel… das Thermometer erkaltete, für den Thaupunct[9]. Die … dunstungshygrometer von SAVARY[10], von G. A. MAJOCCHI[11] … von POGGENDORFF[12] erwähne ich bloss, weil sie nach dem… theile des Letzteren das Psychrometer nicht verdrängen we…

Hypsalograph (von ὕψος die Höhe, ἅλς das Meer und γρ… schreiben) heisst ein Instrument, welches die Höhe des Meere… der Ebbe und Fluth aufschreibt.

---

1 Enumeratio ac descriptio hygrometrorum, quae inde a Sauss… temporibus proposita sunt. Auct. A. G. BUNSEN. Gott. 1830. 4.
2 Atti dell' Accad. Pistojese. T. I. p. 240.
3 Recueil industr. Dingler's polyt. Journ. Th. XXXV. S. 252.
4 Kastner's Archiv. T. I. p. 315.
5 Gilbert's Ann. Bd. XXXII. S. 219.
6 Tilloch's Phil. Mag. T. XXXIII. p. 177.
7 Ann. de Chim. et Phys. T. XXX. p. 89.
8 Brugnatelli Giorn. di fisica u. s. w. T. II. p. 79.
9 Trans. of the Roy. Soc. of Edinb. T. V. p. 67.
10 Compt. rend. T. XIII. p. 450.
11 Annali di fisica, chim. e matematiche. T. I. p. 30.
12 Dessen Ann. Bd. LIV. S. 150.

Digitized by Google

I.

Jahr. Sonnenjahr. Messung seiner Länge durch die Alten. V. 663. VI. 1229. 1230. Bestimmung der Neuern. V. 664. mittleres tropisches. 665. VIII. 904. siderisches, anomalistisches. V. 666. Schaltjahr, Hundsternsperiode. 667. Jahr der Römer. 668. durch CAESAR festgesetzt im Julianischen Kalender. 669. durch GREGOR XIII. verbessert im Gregorianischen Kalender. 671. Einschaltungsmethoden der Türken. 672. der Indier. 673. Mondjahr. 675. Einschaltung. IX. 1128. Länge desselben. 1223. Veränderlichkeit des tropischen. 2159.
Jahr, grosses Platonisches. IX. 2131. X. 2353.
Jahrbücher. S. **Ephemeriden.** Berliner. III. 796.
Jahrszeiten. V. 676. durch den Stand der Sonne bedingte, astronomische. 677. meteorologische. 679. VII. 1274. ungleiche Temperaturen nach den Polhöhen. V. 680. IX. 435. Einfluss der Schiefe der Ekliptik auf dieselben. IX. 2188.
Idioptsie, so viel als **Achrupsie.**
Ikonograph. S. **Pantograph.** VII. 285.
Index, fliegender. X. 2158. 2196.
Indictionen-Cirkel. II. 252. 255.
Indifferenz, elektrische. III. 310. magnetische. VI. 676.
Indifferenzkreis, magnetischer. I. 34.
Indifferenzpunct der Magnete. VI. 799 ff.
Indigo, Indigweiss, Indigblau, Indigtinctur, Indigsäure. IX. 1719. 1720.
Induction. VI. 1166.

Zus. Ueber die Induction ist im Werke nur in so weit gehandelt, als bei der Magnetoelektricität bloss Inductionselektricität wirksam ist und hierzu daher inducirte Drähte oder Inductionsrollen unentbehrlich sind; man kannte indess die Inductionselektricität schon früher, wie namentlich RIES [1] auseinandergesetzt hat; neuerdings hat man aber die Sache in Folge der durch FARADAY gegebenen Anregung genauer untersucht und die folgende Uebersicht soll hiervon die Hauptmomente angeben. Die Induction besteht, wie im Werke richtig angegeben ist, darin, dass in einem leitenden Körper durch einen in seiner Nähe befindlichen, gleichfalls leitenden, Körper in Folge der den letzteren durchströmenden Elektricität gleichfalls ein elektrischer Strom erzeugt wird. Ausserdem wird die Inductionselektricität in leitenden Körpern erzeugt, durch deren Windungen der Magnetismus, entweder frei von einem bleibenden

1 Repertorium der Physik Bd. VI. S. 206.

Digitized by Google

Magnete ausgehend, oder weiches Eisen durchströmend, sic verbreitet. Sofern dieser Satz allgemein aufgestellt wird un aufgestellt werden muss, weil die elektrischen Ströme jed Art zwar der Stärke, nicht aber dem Wesen nach verschied sind, so folgt, dass alle elektrische Ströme, seyen es hydroelek trische oder thermoelektrische oder reibungselektrische, noth wendig inducirte Ströme erzeugen müssen. Hiernach komm sie indess bloss der dynamischen Elektricität zu; berücksicht gen wir aber das Wesen der Induction, so ergiebt sich, da auch die Erzeugung der Elektricität im Wirkungskreise, worüb das Nöthige mitgetheilt ist, als eine Induction durch statisch Elektricität betrachtet werden kann. Wir reden indess hi bloss von der Erzeugung eines inducirten Stromes oder d Nebenstromes durch dynamische Elektricität.

Die Entstehung inducirter elektrischer Ströme oder der N benströme durch Reibungselektricität muss von jedem Physik beobachtet worden seyn, der sich viel mit elektrischen Versuch beschäftigte, allein man hielt dieses für einen Ueberfluss po tiver Elektricität, und daher fiel es niemanden ein, die E scheinung weiter zu verfolgen und ihrem Wesen nach wissen schaftlich festzustellen oder nur nach ihren verschiedenen M dificationen zu beschreiben. Setzt sich ein Mensch in Ve bindung mit dem Reibzeuge einer starken Elektrisirmaschin während er mittelst einer grösseren Kugel Funken aus d ersten Conductor zieht, so empfindet er jedesmal an der Stel wo ihn eine andere Person berührt, ein Prickeln, und die letz tere Person erhält zuweilen kleine Funken. Zuerst schein PRIESTLEY die Thatsache beachtet zu haben, denn CAVALLO berichtet folgenden Versuch. Wenn man mit der negativen B legung einer geladenen Flasche eine Kette verbindet, oder we sich die isolirte Kette nur ohne Berührung in der Nähe die Belegung befindet, so wird diese beim Entladen der Flasc leuchten und ein Funke von ihrem Ende zur Belegung übe springen. Er nennt dieses den seitwärts gehend Schlag, und beschreibt eine ähnliche Vorrichtung, deren s PRIESTLEY für diesen Zweck bedient habe. Man hat wohl ni

1 Vollständ. Abhandl. d. Lehre von d. El. 4te Aufl. Bd. I. S. 2 21ster Vers.

Digitized by Google

genügend beachtet, dass die Induction schon von Biot[1] nicht nur genau beschrieben, sondern auch so weit, als damals (im J. 1816) möglich war, richtig erklärt ist, abgesehen davon, dass hieraus zugleich die Identität der Induction und der elektrischen Vertheilung für statische Elektricität sichtbar hervorgeht. Man lasse, sagt er, den Schlag einer Batterie durch einen isolirten Conductor gehen, stelle diesem gegenüber einen zweiten isolirten Conductor mit einem Elektrometer, so wird im Augenblicke der Entladung ein Funke vom ersten Conductor zum zweiten übergehen und das Elektrometer abgestossen werden, augenblicklich aber wieder zurückfallen. Verbindet man mit dem zweiten Conductor eine elektrische Pistole, von welcher eine Ableitung zum Boden geht, so erhält man eine Explosion. Wiederholt bemerkt Biot, dass die einzige Gefahr bei Blitzableitern von diesem Seitenschlage (*choc lateral*) herrühre, doch sey derselbe im Verhältniss zum Hauptschlage ausnehmend schwach. In seiner Erklärung ist wohl unzweifelhaft richtig, dass der elektrische Strom, der vollständigen Leitung ungeachtet, durch Einfluss auf die natürliche Elektricität der genäherten Körper wirke und darin eine, jedoch nur momentane, Trennung derselben erzeuge, da das Gleichgewicht sich augenblicklich wieder herstellt; nicht wohl haltbar aber ist die Annahme, diese Wirkung könne nur schwach seyn, denn sie rühre einzig her von dem Ueberschuss der Elektricität, die auf einer der Belegungen frei bleibe, ungeachtet sie sich über den Conductor ausbreite. Offenbar steht hiermit der Umstand im Widerspruch, dass das Elektrometer auf dem zweiten Conductor augenblicklich wieder zurückfällt, denn welcher Art auch der zwischen beiden Conductoren wahrgenommene Funke seyn mag, so muss nothwendig der zweite isolirte Conductor die einmal erzeugte Abstossung des Elektrometers beibehalten, bis die abstossende Elektricität allmälig, wie bei allen andern Erscheinungen, sich wieder ins Gleichgewicht gesetzt hat. Man sieht also, dass es besser gewesen wäre, statt einer ungenügenden Erklärung lieber das Phänomen als unerklärt darzustellen, um Andere zum weiteren Verfolge desselben aufzumuntern. Fig. 23.

Die Inductionselektricität blieb, wie es scheint, unbeachtet, bis zur grossen Entdeckung Faraday's, welcher ihr diesen

1 Traité. T. II. p. 452.

Digitized by Google

neuen Namen gab, obgleich er sie anfänglich noch Elektric durch Vertheilung nannte. Gleich anfangs (im J. 1831) c struirte er Inductionsrollen, die aber bei der Anwendung des vanischen Stromes nur geringe Wirkungen äusserten, verm lich wegen ihres unvollkommenen Baues. Statt des gal schen Stromes wandte er auch Flaschenschläge an und mag tisirte Stahlnadeln in einem schraubenförmig gewundenen Dr durch den inducirten Strom, leitete diese Wirkung aber n von letzterem, sondern von derjenigen Elektricität her, die Hauptdrahte übergegangen seyn sollte, und verfolgte daher Sache nicht weiter[1]. Unterdess wurden die durch Galvani erzeugten inducirten Ströme vielseitig untersucht, bis die medicinischen Anwendung geeigneten Inductionsrollen und ductionsapparate durch Neef im J. 1838 ihren gegenwär Grad der Vollendung erhielten, die durch Reibungselektri erregten inducirten Ströme dagegen wurden mehr vernachlä doch liessen die mit elektrischen Untersuchungen sich bes tigenden Physiker dieselben nie ganz aus den Augen. Nam lich beschrieb Marianini die durch Flaschenschläge erzeu Nebenströme genauer[2]. Henry zog sie mit in seine aus lichen Untersuchungen der Inductionserscheinungen überha die gründlichsten Belehrungen darüber hat aber Riess kannt gemacht, welcher es anfangs noch für zweifelhaft ob der Nebenstrom mit dem galvanischen und magneti Inductionsstrome dem Wesen nach identisch sey. Die von erhaltenen Resultate lassen sich am leichtesten übersehn, man die angewandten sinnreich construirten Apparate beu

Fig. 24. tet. Die den Flaschenschlag leitende Hauptspirale A war d eine an beiden Enden überfirnisste Glasröhre geleitet, um Ueberspringen des Hauptstromes zu der Nebenspirale zu v ten. Um die Glasröhre war die Nebenspirale B gewunden

---

1 Erste Abhandlung §. 24. Poggendorff's Ann. Bd. XXV. S.

2 Memorie di fis. sper. Modena 1838 und 1839. Ann. de Ch Phys. 3me Sér. T. X. T. XI. p. 385. Die erste Abhandlung unte die Dimensionen beider Drähte, ihre Entfernung von einander un Neigung gegen einander, die zweite den Einfluss der Ladung der Fl der Leitungsfähigkeit beider Drähte, und die Ursachen der zuweile gegengesetzten Richtung des inducirten Stromes.

3 Aus Trans. of the Amer. Phil. Soc. T. VI. p. 17 in St Ann. of Electricity T. IV. p. 281 und in Poggendorff's Ann. Er Heft. p. 300.

Digitized by Google

ren einer Theil die dritte Spirale C bildete, die gleichfalls eine Glasröhre mit einer Stahlnadel einschloss. Die Pfeile bezeichnen den Gang des elektrischen Stromes, und es darf dabei zugleich nicht unbemerkt bleiben, dass das nach M gerichtete Ende der Nadeln der Regel nordpolarisch wurde. Es ergiebt sich hieraus das Gesetz, dass der Schliessungsdraht der elektrischen Batterie bei der Entladung in einem nahe liegenden Drahte einen Strom erzeugt, dessen Richtung mit der Entladung selbst gleichlaufend ist. Riess vermochte leicht den Nebenstrom durch den Apparat zu leiten, mittelst dessen er die Erwärmung durch Elektricität gemessen hat (Bd. X. S. 402), und die Versuche ergaben, dass auch der Nebenstrom Wärme erzeugt, und zwar nach denselben Gesetzen, die in Beziehung auf den Hauptstrom aufgefunden sind. Die Versuche, welche gleichfalls angestellt wurden, um zu ermitteln, ob durch den Nebenstrom eine Zersetzung des Jodkalium bewirkt werde, gaben bloss negative Resultate[1].

Die Stärke der erzeugten Wärme benutzte Riess bei seinen späteren Versuchen, um die Intensität des Haupt- und Nebenstromes zu messen und hierdurch die zwischen beiden obwaltenden Gesetze zu ermitteln. Durch Anwendung von Kupfer- und Eisendrähten, deren letztere bekanntlich ungleich schlechtere Leiter der Elektricität sind, als die ersteren, ergab sich, dass die Erregung der Elektricität in einem dem Schliessungsdrahte der Batterie parallelen Nebendrahte von der Entfernung beider abhängig, von ihrem Leitungsvermögen dagegen unabhängig ist. Geht man von einer nicht zu geringen Entfernung aus, so nimmt die Elektricität des Nebenstromes im Verhältniss der Entfernung der Axen beider Drähte ab. Will man zugleich das Verhalten der erzeugten Wärme untersuchen oder diese zum Messen der elektrischen Intensität benutzen, so bedarf man langer Drähte sowohl für den Haupt- als auch für den Nebenstrom. Es ist dann aber leicht, die Drähte, deren gerade Ausspannung bei grosser Länge beschwerlich seyn würde, auf hölzernen Scheiben spiralförmig aufzuwickeln und mit irgend einem geeigneten Harze festzukleben, wozu Riess Anweisung giebt. Leichter noch dürfte seyn, wie ich selbst mehrfach ausgeführt habe, den Draht eine feste Scheibe spiralförmig aufzuwinden und die einzelnen

---

1 Poggendorff's Ann. Bd. XLVII. S. 55.

Windungen in gleichmässigen Abständen durch umschlu… Seidenfäden festzuhalten. RIESS fand durch seine erschöpf… Versuche ferner, dass der im Nebendrahte erzeugte Nebe… unverändert bleibt, wenn unter übrigens gleichen Beding… zwischen ihm und dem Entladungsdrahte noch ein Dra… freien Enden eingeschaltet wird; dagegen tritt eine Schwä… ein, wenn der letztere in sich geschlossen ist, wie auch … wenn der Hauptdraht in zwei einander nahe stehenden N… drähten elektrische Ströme erregt, welche schwächer sind … die in jedem einzelnen allein erzeugten seyn würden. Br… man zwischen die beiden Spiralen eine Kupferplatte, oder … oder zwei auf einander liegende Stanniolblätter von der G… der Spiralen, so wird der elektrische Strom in der Neb… rale, wenn die Kupferscheibe 0,33 Lin. Dicke hat, bis … Verschwinden, durch die schlechter leitenden Stanniolsc… der Dicke proportional geschwächt. Schaltet man statt d… isolirende Platten von Glas oder Schellack ein, so sind … ohne Wirkung. Eine Einwirkung des Nebenstromes au… Hauptstrom konnte RIESS nicht wahrnehmen, ausser da… Entladungsdauer des letzteren in dem Masse verzögert … je schlechter der Nebendraht leitet. Hierbei stellte sich … das merkwürdige Resultat heraus, dass die Wirkung de… benspirale, die ungeschlossen gar keinen Einfluss zeigt, b… einer gewissen Grenze zunahm, wenn sie durch grössere … verzögernde, Drahtlängen geschlossen wurde, dann ab… wachsenden Längen der eingeschalteten Drähte wieder a… Seiner Theorie nach soll dieses eine Folge davon seyn … die eigentliche Entladung der Flasche aus partiellen En… gen besteht, auf deren einzelne oder sämmtliche der Neb… einen Einfluss ausübt. RIESS mass hierbei die Stärke des … mes mittelst der Erwärmung, welche derselbe erzeugt … kann sie aber auch, wie er gleichfalls gezeigt hat, durc… schiedene Längen sehr feinen Stahldrahtes messen, die … den Batteriefunken zum Glühen gebracht oder gesch… werden. Dass endlich die Wirkung des mit einer lä… Einschaltung versehenen Nebendrahtes um so viel stärker … je grösserer Theil des Hauptdrahtes auf ihn wirkt, is… schwierig zu erklären [1].

---

1 Poggendorff An. Bd. L. S. 1. LI. S. 177. 351.

Digitized by Google

Eine Reihe von Untersuchungen, welche Riess den hier mitgetheilten hinzugefügt hat, verdient nicht bloss sehr beachtet, sondern auch weiter verfolgt zu werden. Henry[1] und Matteucci[2] glauben gefunden zu haben, dass die Richtung des elektrischen Stromes im Nebendrahte sich mit der Entfernung ändere. Um diesen Satz zu prüfen, bediente sich Riess eines sinnreich construirten, sehr zweckmässigen Apparates. Es sey ABCD der Entladungsdraht, welcher zwischen A und B mit einer flachen Spirale versehen ist, an C und D befinden sich die Arme eines Henley'schen Ausladers. Durch ab$\beta\alpha$ ist der Nebendraht angedeutet, welcher zwischen a und b gleichfalls eine flache Spirale hat, an der einen Seite mit einer rechts gewundenen Schraubenwindung versehen, bei α und β aber sehr fein zugespitzt ist. Beide Spitzen sind auf Glassäulen isolirt und mit einem Mechanismus versehen, um sie einander mehr oder weniger zu nähern. Zwischen die Spitzen wird eine an beiden Seiten mit einer geschwärzten Harzsubstanz überzogene Kupfer- oder Glasplatte gestellt, um auf ihr die Lichtenberg'schen Figuren kenntlich zu erzeugen; bei schwachen Elektricitäten kann auch eine bloss auf einer Seite überzogene dünne Kupferplatte dienen, mit welcher man beide Spitzen zur Berührung bringt. Durch Bepudern mit einem Gemenge aus Schwefelblumen und Mennige (oder aus semen lycopodii und Mennige) werden auf beiden Seiten kenntlich von einander verschiedene Figuren erhalten, die in ihrer Gestalt jedoch von den ächten Lichtenberg'schen abweichen, so dass man ihren positiven oder negativen Charakter nicht mit völliger Sicherheit angeben kann. In die Schraubenwindung wird eine englische Nähnadel, in einer Glasröhre befindlich, eingeschoben und ihr Ende bei m bezeichnet, um den in ihr erzeugten Magnetismus an einer Declinationsnadel zu prüfen. Hierbei zeigt sich allerdings in verschiedenen Fällen eine Anomalie der Magnetisirung, die durch Entfernung der beiden Spiralen von einander, durch ungleiche Stärke der Ladung und durch Verlängerung des Hauptdrahtes mittelst Einschaltung eines 3 F. 2 Z. langen Neusilberdrahtes hervorgebracht wird, ohne dass sich jedoch ein bestimmtes Gesetz herausstellt; sicher ist dagegen, dass die Richtung des Stro- Fig. 25.

[1] A. a. O.
[2] Compt. rend. 1840. Août.

Bd. zu Gehler's Wörterb. T

mes im Nebendrahte stets unverändert und der im Hauptdra
gleich ist. Es darf wohl kaum bemerkt werden, dass
um die Nadel zu magnetisiren, die beiden Spitzen mit ein
in metallische Berührung bringen müsse [1].

Die Kenntniss der Inductionsphänomene, welche durch R
bungselektricität hervorgerufen werden, ist bedeutend erw
durch eine grosse Reihe von Versuchen, wodurch Dove
Einfluss aufgefunden hat, welchen verschiedene und in ungl
Form angewandte Metalle auf die physiologischen, magneti
und erwärmenden Wirkungen des inducirten Stromes aus
wenn sie in die Spiralen eingeschoben werden, die den Haupt
leiten. Die erhaltenen Resultate sind dadurch noch werthv
dass er sie mit denen vergleicht, die unter gleichen Beding
durch den galvanischen Strom erhalten werden, denn auch
ser Zweig verdankt seinen Bemühungen werthvolle Erwei
gen. Zu den Versuchen diente ihm ein eigens constr
Apparat, den er **Differential-Inductor** nennt, welch
Wesentlichen aus zwei verbundenen, über Glasröhren ge
ten und gut isolirten Spiralen besteht, die in zwei andere
falls gut isolirte Spiralen gesteckt sind. In die ersteren
den die verschiedenen Metalle als Cylinder, Röhren,
Drähte oder getrennte Massen gebracht, in die Verbindun
letzteren lassen sich Handhaben, Galvanometer, thermome
Spiralen oder Spitzen einschalten, letztere, um durch die
trischen Figuren nach der von Riess angegebenen Meth
Richtung des inducirten Stromes zu bestimmen. Eine
Beschreibung dieses Apparates und der höchst zahlreich
mit erhaltenen Resultate würde zu viel Raum erfordern:
daher genügen, auf die Abhandlung selbst zu verweisen
nur die Bemerkung hinzuzufügen, dass einige derselb
der Theorie Ampère's nicht wohl vereinbar sind. Von
dertem speciellem Interesse dürfte folgende Erscheinung
welche Dove eine **Induction** des Schliessungsdrahtes
Fig. 26. selbst nennt. Es bezeichne mn den Schliessungsdraht der
trischen Flasche, dessen Theil ab spiralförmig gewund
Bringt man die Nebenschliessung chhd an, versehen
Handhaben hh, die mit beiden Händen gehalten werden,
hält man im Augenblicke, wenn bei n der Funke übersp

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 351.

Digitized by Google

eine Erschütterung. Wird aber diese Nebenschliessung ausser- Fig.
halb der Spirale bei c d angebracht, so fällt die Erschütterung 27.
weg, auch wenn die zwischen c und d enthaltene Drahtlänge in beiden Fällen sich gleich ist. Entstände die Erschütterung durch eine Theilung des Stromes, so müsste sie in beiden Fällen stattfinden. Schiebt man ein Drahtbündel in die Windung, so zeigt sich Verstärkung der Erschütterung, ein Cylinder von Nickel blieb wirkungslos, ein massiver Eisencylinder von einem magnetischen Metalle schwächte sie, ebenso eine die Windung umgebende zweite Windung, doch wirkte diese wenig, wenn sie aus zwei entgegengesetzt gewundenen Theilen bestand. Die Wärmeerzeugung wurde durch eingeschobenes Eisen in jeder Gestalt geschwächt, die magnetische Wirkung aber verstärkt. Schon dieses genügt, um die vielfach modificirten Wirkungen der eingebrachten Metalle anzudeuten.

Weil sich die Physiker in der neueren Zeit ungleich mehr mit der galvanischen, als mit der Reibungselektricität beschäftigten, so wurde auch die durch die erstere erzeugte Induction seit häufiger untersucht, als die durch die letztere. Nach dem, was bereits im Werke (Art. **Magnetoelektricität.** Bd. VI. S. 1165) gesagt ist, fand Faraday die eigenthümlichen Erscheinungen der Induction auf oder machte mindestens auf dieselben in ihrer grösseren Ausdehnung aufmerksam und gab ihnen diesen eigenthümlichen Namen. Die durch Reibungselektricität erzeugte Induction verfolgte er nicht weit, mehr dagegen die durch den Strom der Volta'schen Säule hervorgerufene und insbesondere die durch den Magnetismus, was ihn eben zum Erfinder der Magnetoelektricität machte. Faraday's erste Versuchsreihe führte zu dem Resultate, dass ein kurzer Verbindungsdraht der beiden Elemente einer einfachen Volta'schen Säule weder beim Schliessen noch beim Trennen eine Erschütterung und einen Funken (durch Verbrennung des Metalls) giebt, welches aber erfolgt, wenn ein langer Verbindungsdraht um einen Cylinder von weichem Eisen gewunden ist und mit diesem so einen Elektromagnet bildet[1]. Hiernach ist er also der Erfinder der gegenwärtig so bedeutend vervollkommneten Inductionsrollen, obgleich Dove schon früher die Vergrösserung

[1] Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. V. N. 29. p. 349. Poggendorff Bd. XXXIV. S. 292.

Digitized by Google

des Funkens durch längere, um ein Hufeisen gewickelte Dr NOBILI durch Verlängerung des Rheophors wahrgenomme ten[2], und JENKINS die starke Erschütterung auffand, man aus den Handhaben erhält, womit er die Enden ein Hufeisen gewundenen Drahtes versah, wenn man de der einfachen Kette unterbricht, was eben FARADAY zu Versuchen veranlasste[3]. Bald nachher gelangte FARA der Ueberzeugung, dass diese elektrischen Wirkungen i seyen mit denen, die er an Drähten wahrgenommen hat durch den Strom der elektrischen Batterie inducirt sind oben bereits die Rede war[4]. Diese Versuche führten zu dem Resultate, dass der inducirte Strom durch einen der weichen Eisens, den der umgewundene Draht eins bedeutende Verstärkung erhält.

Nachdem durch FARADAY die Aufmerksamkeit auf die tion durch die einfache Volta'sche Kette gerichtet war, MAGNUS sie zum Gegenstande näherer Untersuchungen[5]. benutzte er die um einen Elektromagnet gewundenen Spira erhielt aus den Handhaben, die mit den Enden derselben ver waren, Erschütterungen sehr ungleicher Stärke, die sc sten, wenn ein Anker anlag, stärkere, wenn das Hufeise den Spiralen weggenommen wurde, die stärksten, wen Hufeisen sich ohne Anker in den Spiralen befand. folgt, dass in der Spirale an sich ein inducirter Strom auf welchen der Magnetismus des Hufeisens verstärkend schwächend einwirkt. Wurde bei geschlossenem Ank galvanische Strom unterbrochen, so blieb der Anker beim schnellen Abreissen desselben aber entstanden Z und zwar stärkere, wenn die Enden der Spiralen met verbunden waren, die metallische Verbindung aber gleich mit dem Abreissen des Ankers aufgehoben wurde. diese Weise erzeugten Erschütterungen sind stärker, durch den Elektromagnet ohne Anker erhaltenen, wo Grund in der Verzögerung des elektrischen Stromes dur Flüssigkeit der Volta'schen Kette liegen soll. Allein die

1 Poggendorff Ann. Bd. XXIX. S. 463.
2 Antol. di Firenze. N. 136. Poggendorff Ann. Bd. XXVII
3 Poggendorff Ann. a. a. O.
4 Neunte Reihe. Ebendas. Bd. XXXV. S. 413.
5 Ebendas. Bd. XXXVIII. S. 417.

Digitized by Google

dung der Kette ist schon vor der Erschütterung aufgeho- und es kann also aus ihr kein Hinderniss erwachsen; der nd liegt dagegen ohne Zweifel wohl darin, dass in Folge der ssung des Elektromagneten durch den Anker jener eine stärkere magnetische Kraft erhält, die also auf die Spirale stärkere inducirende Wirkung ausübt. Wurde die Länge Spirale bedeutend verringert, so hatte das Anlegen des keinen merklichen Einfluss auf die Verminderung der chütterungen, andere Metalle, z. B. Zink statt des Eisens ie Spirale gebracht, zeigten gar keine Wirkung.

M. H. Jacobi war einer der Ersten, welche die überraschen- Erscheinungen des Inductionsstromes wahrnahmen[1]. Er ente sich zweier Windungen, jede von 400 F. langem, Lin. dickem, mit Seidenband umwundenem Kupferdrahte, um einen hohlen hölzernen Cylinder von 1,5 Z. Dicke ge- elt und deren beide Enden mit einander verbunden waren. der Anwendung eines einzelnen Paares Zink und Silber 0,5 Quadratzoll Fläche erhielt man bei der Trennung ei- hellen Funken und eine kaum zu ertragende Erschütterung, dieses fand auch dann statt, wenn die Kette nur aus ei- Platin- und Zink-Drahte bestand; ein eingeschobener Ei- ylinder vermehrte die Wirkung bedeutend. Faraday nannte Strom *Extra-current*, Jacobi *Contre-Courant* und Moser, eine Uebersicht der bekannten Thatsachen gab und durch neue vermehrte, succedirenden Strom[2]. den Ansichten des letzteren Gelehrten, namentlich in Be- g auf die Einwirkung des inducirten Stromes auf die netnadel und seine Fähigkeit, Iodkalium zu zersetzen, war nicht durchaus einverstanden, und dieses veranlasste ihn, Thatsachen abermals zu prüfen[3]. Aus Versuchen ergab unzweifelhaft, dass der inducirte Strom beim Oeffnen der e nicht nur die Magnetnadel des eingeschalteten Galvano- ers abweichen macht, sondern auch chemische Wirkungen Erschütterungen hervorbringt. Rücksichtlich der Stärke inducirten Stromes in Vergleichung mit dem erregenden

---

Mém. sur l'application de l'Electromagn. au mouv. des Mach. 1835. p. 50.

Dove und Moser Repertorium. Bd. I. S. 328.

Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 132.

Digitized by Google

entscheidet JACOBI nicht nach eigentlichen massgebenden V
suchen, zeigt jedoch, dass zwar die Erschütterungen ausn
mend heftig sind, die magnetische und elektrolytische Kraf
gegen sich nicht auf gleiche Weise vorzüglich zeigen. S
Meinung über den Ursprung der inducirten Ströme geht d
dass diese sich als Wirkungen des im Rheophor erzeu
Magnetismus betrachten lassen. Hieran schliessen sich z
reiche wichtige Versuche von DOVE, welche bestimmt sind
zeigen, dass inducirte Ströme bei der Gleichheit ihrer Wi
gen auf das Galvanometer dennoch ungleiche Erschütter
hervorbringen können[1]. Die Sache selbst zeigt sich auch
derweitig; denn ein schwacher Flaschenschlag wirkt hefti
das Gefühl, afficirt jedoch die Magnetnadel kaum oder
nicht; wird aber die Entladung durch einen Holzstift oder
sen Faden bewerkstelligt, so ist die Empfindung schwach
Bewegung der Magnetnadel stark. Man muss also anne
dass die physiologischen, magnetischen, chemischen und er
menden Wirkungen eines elektrischen Stromes durch d
Masse und Geschwindigkeit bedingt werden. Der Erfa
nach sind die galvanometrischen und chemischen Wirkung
Ströme einander gleich, wenn aber von zwei in demselbe
ter erregten Strömen, welche sich am Galvanometer als g
zeigen, der eine stärkere Erschütterungen und lebhaftere
ken zeigt, als der andere, und Stahl stärker magnetisirt
muss man voraussetzen, dass in dem ersteren eine gleiche
tricitätsmenge in kürzerer Zeit bewegt werde, als in letzt
Hierher gehört denn auch die Frage, welcher Ursache d
keren physiologischen Wirkungen der Eisendrahtbü
als der Eisencylinder beizumessen sind, welche durch B
HOFFNER und STURGEON zuerst aufgefunden wurden. Aus
Versuchen ergab sich, dass zwei Spiralen, deren eine mit e
Eisendrahtbündel, die andere mit einem Eisenkern versehen
durch Herausnehmen einiger Eisendrähte für das Gefühl g
gemacht werden konnten, worauf dann aber die mit dem
senkern eine ungleich stärkere Wirkung auf die Magnet
äusserte. Unter die weiteren in dieser Beziehung anges
Versuche gehören auch die mit einer Thermosäule. W
die Pole derselben mit einem kräftigen Elektromagnete ve

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 72.

Digitized by Google

den, so sah man beim Oeffnen der Kette Funken und das Hufeisen zog einen Anker an, auch erhielt man mittelst Handhaben, die in die Leitung eingeschaltet waren, einen Schlag. Das Wichtigste hierüber ist im Werke (Art. **Thermoelektricität.** Bd. IX. S. 731) erwähnt.

Sehr ausführliche Untersuchungen über die Inductionserscheinungen hat J. Henry angestellt, und es ist gewiss angemessen, den wesentlichen Inhalt der erhaltenen Resultate hier mitzutheilen, zumal da sie sich sowohl auf Ströme der Reibungsals auch der Volta'schen Elektricität erstrecken. Die von ihm meistens gebrauchten Apparate waren die jetzt hinlänglich bekannten Inductionsrollen, zum Theil von colossaler Grösse, theils aus Streifen Kupferblech von 93 Fuss Länge und 1,5 Zoll Breite, doppelt mit Seidenband umwunden, einige dicht aufeinanderliegende Spiralen, andere inwendig hohle Ringe bildend, so dass sie in einander gelegt werden konnten, theils aus Kupferdraht über Formen gewunden. Der Draht war in Wachs getränkt, mit Baumwollenfäden übersponnen, und jede Windung wurde durch einen Ueberzug von Seide von der folgenden getrennt. Die erste Drahtrolle bestand aus 1660 Yards Draht von $\frac{1}{15}$ Zoll Dicke, die zweite aus 990 Ellen, die dritte aus 350 Ellen desselben Drahtes, und sie konnten sowohl einzeln gebraucht, als auch in einander gesteckt und zu 3000 Yards mit einander verbunden werden. Noch bestand eine vierte aus 546 Ellen desselben Drahtes und eine fünfte aus 1500 Ellen von $\frac{1}{12}$ Zoll Dicke, wozu noch ein Eisenstab kam, mit Kupferdraht von fünf engl. Meilen Länge und $\frac{1}{16}$ Zoll Dicke zu einem Cylinder von 18 Zoll Länge und 13 Zoll Dicke aufgewunden. Endlich diente zu den Versuchen ein Eisenstab von 3 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke, dessen jedes Ende mit 5 Fuss Kupferdraht umwickelt war. Der Kürze wegen möge noch bemerkt werden, dass die Apparate aus Streifen Gewinde, die aus Draht aber Rollen heissen.

Eine schwache Volta'sche Säule oder eine thermoelektrische gab mit dem grossen Gewinde glänzende Funken beim Oeffnen, aber geringe Erschütterungen; die ersteren nahmen ab, die letzteren zu, wenn sämmtliche Gewinde eingeschaltet wurden. Wuchs die Länge des eingeschalteten Drahtes bis 575 Fuss, so nahmen auch die Erschütterungen ab. Henry nennt diese Erscheinung Induction des elektrischen Stromes auf sich selbst

und unterscheidet sie von den Strömen, die in genäherten Sp
ralen entstehen. Letztere zu erzeugen, legte er auf das gro
Gewinde ein anderes Gewinde oder eine Rolle, beide durch e
Glastafel isolirt, und erhielt dann beim Oeffnen des ers
einen elektrischen Strom in letzterem, welcher einen Fu
gab, magnetisirte, Wasser zersetzte und eine, wiewohl schwa
Erschütterung gab. Wurde das primäre Gewinde beibehalt
das aufgelegte aber verlängert, so zeigte sich der Funke
die Magnetisirung schwächer, die Zersetzung gleich, aber
Erschütterung stärker. Als statt des Gewindes Rollen
2650 F. Drahtlänge genommen waren, zeigten sich kleine Fu
ken, keine Magnetisirung und Zersetzung, aber heftige E
schütterungen; jedoch waren auch die letzteren kaum merk
als auf ein Gewinde von 60 Fuss Länge die Rolle von 15
Yards gelegt war. Dagegen gab die Rolle von 5 engl. M
len langem Draht in ein ringförmiges Gewinde von 90 F
gesteckt Funken, Zersetzungen und Magnetisirung und zugl
unverhältnissmässige Erschütterungen. Aus einer Reihe
gender Versuche ging der Unterschied der Intensitäts- u
Quantitäts-Ströme hervor. Dass die inducirende Wirkung
der Entfernung abnimmt, ergab die Erfahrung, genaue M
bestimmungen sind aber hierüber nicht mitgetheilt, indess
hielt er mit dem Gewinde aus 93 Fuss Kupferstreifen und
Rolle aus 546 Ellen Draht von $\frac{1}{16}$ Z. Dicke auf 16 Z. E
fernung auf der Zunge einen Schlag. Später erhielt er
Anwendung einer Säule von 8 Elementen und stark verlän
ten Windungen und Rollen noch auf 7 Fuss Entfernung
merkbare Erschütterung. War die Rolle von dem Gew
durch eine dünne Metallplatte getrennt, so verändert diese
Wirkung nicht merklich, sie wurde aber sehr schwach du
eine 0,1 dicke Zinkplatte, und verschwand gänzlich, wenn
der Metallplatte ein Sector ausgeschnitten war; in der Sp
eines Drahtes dagegen, welcher mit den Rändern des A
schnitts verbunden war, erhielt eine Nadel Magnetismus du
einen mit dem Hauptstrome gleich gerichteten Strom. Ueber
Einwirkung zwischenliegender isolirender oder leitender P
ten hat auch MATTEUCCI eine grosse Reihe von Versuchen
gestellt[1]. Desgleichen reihen sich hieran die von RIESS (s

1 Bibl. univ. de Genève. 1840. Oct. p. 122.

Digitized by Google

untersuchten Einwirkungen zwischenliegender geöffneter und geschlossener Spiralen.

Henry vermochte leicht mit seinen riesenhaften Apparaten die inducirten Ströme höherer Ordnungen hervorzubringen, und er versäumte nicht, dabei deren Richtung zu bestimmen. Die Sache wird am leichtesten durch eine Zeichnung übersichtlich. Über dem Gewinde a befand sich das Gewinde b mit dem Gewinde c verbunden, über diesem die Rolle d mit der Rolle e Fig. 28.
vereint und über diesen das Gewinde f mit der schraubenförmigen Windung g und einer darin liegenden Stahlnadel. Die Erzeugung und Stärke der Ströme höherer Ordnung hängen sehr von der Länge und Dicke der Streifen oder Drähte ab, woraus die Inductionsapparate verfertigt sind, auch nehmen sie merklich ab, weil ihre Zahl sonst unendlich seyn würde, die Richtung derselben aber wechselt, in Gemässheit vieler Versuche über ihre Magnetisirung und Zersetzung, auf folgende Weise:

primärer Strom	+
Strom zweiter Ordnung	+
Strom dritter Ordnung	—
Strom vierter Ordnung	+
Strom fünfter Ordnung	—

wonach also der erste inducirte Strom oder der zweiter Ordnung allezeit die Richtung des erzeugenden hat. Wenn nach Faraday's Ansicht zu folgen scheint, dass der inducirte Strom im Anfang eine entgegengesetzte Richtung habe, so meint Henry, die Wirkung desselben sey momentan und es lasse sich ein erster und zweiter unterscheiden.

Die Resultate der Versuche Henry's über Inducirung durch den Flaschenstrom im Detail anzugeben ist nicht nöthig, denn sie stimmen dem Wesen nach mit denen überein, welche Riess (s. o.) genau beschrieben hat. Es mag daher genügen zu bemerken, dass auch hierdurch Ströme höherer Ordnung erhalten wurden und dass ein starker Batteriefunken, durch einen sehr langen Draht geleitet, einen inducirten Strom in einem ihm parallelen, 16 Zoll weit abstehenden Drahte erzeugte, welcher eine Stahlnadel zu magnetisiren vermochte[1].

[1] Trans. of the Amer. Phil. Soc. T. VI. p. 17. Sturgeon Ann. of El. T. IV. p. 281. Poggendorff Erg.-Hft. S. 282.

Digitized by Google

Die fortgesetzten Versuche, welche HENRY bekannt gem[acht] hat, beziehen sich auf die Frage über eine anfängliche [und] nachfolgende Induction. Hierzu verwandte er die besch[rie]benen Apparate, ferner ein Galvanometer aus sehr dün[nem] Kupferdraht von 500 Windungen und ein anderes aus dick[em] Kupferdraht von 40 Windungen, ferner ein 100 Windungen Stroh enthaltendes, 2,5 Zoll langes schraubenförmiges Gew[inde] von dünnem Kupferdraht zur Magnetisirung durch die R[olle] und ein zweites aus zwanzig Windungen von dickerem Dr[aht] für die Gewinde; als Batterie diente eine Daniell'sche von Elementen.

Bei der ersten Versuchsreihe diente zum primären Str[ome] das 60 Fuss lange Gewinde, worauf die Rolle von 1660 [W.] lag. Bei Anwendung eines einzigen Elementes war Schliessungsschlag kaum fühlbar, der Oeffnungsschlag s[tark], bei mehr Elementen ward der erstere bedeutend stärker, letztere blieb sich gleich, bei 10 Elementen waren beide gl[eich], bei 30 der erstere stärker. Bei weiterer Entfernung der R[olle] von dem Gewinde nahmen beide Wirkungen ab, bis sie [ver]schwanden. Bei Anwendung eines einzigen Elementes [nahm] der Schliessungsschlag mit der Verkürzung des Gewindes [zu], vorausgesetzt, dass dasselbe auf die Rolle vollständig w[irken] konnte, der Oeffnungsschlag wurde dadurch nicht merk[lich] verändert, wenn aber beide bei Anwendung von 10 Elemen[ten] gleich waren, so nahm der Schliessungsschlag durch [Ver]längerung des Gewindes ab und wurde zuletzt unmerk[lich]. Schliessungströme höherer Ordnungen zu erhalten gelang [auf] gleiche Weise, als früher bei den Oeffnungsströmen, [und] zeigten mittelst des Galvanometers, dessen Nadel indess [nur] bis zu den Strömen der zweiten Ordnung kräftig abgele[nkt] wurde, folgende Richtung:

	Schliessungs-Strom	Oeffnungs-Strom
Primärer Strom	+	+
Strom zweiter Ordnung	—	+
Strom dritter Ordnung	+	—
Strom vierter Ordnung	—	+
Strom fünfter Ordnung	+	—

HENRY fand ferner, dass man eine Batterie von 10 Elem[enten] kreisförmig einrichten und innerhalb derselben eine Rolle

bringen kann, in welchem Falle dann die Schliessung der Kette selbst einen in den Händen fühlbaren Schlag, das Oeffnen aber einen kaum auf der Zunge merkbaren erzeugt. Schaltet man in eine Kette von 120 Elementen seinen Körper ein, so empfindet man während des Geschlossenseyns eine prickelnde Empfindung, beim Oeffnen aber einen Schlag, woraus hervorgeht, dass der Strom in der Säule sich selbst inducirt. Eine lange Reihe von Versuchen, welche angestellt wurden, um die frühere Erfahrung, dass eine Metallplatte den inducirten Strom vernichtet, mit FARADAY's Behauptung, wonach eine eingeschobene Metallplatte indifferent seyn soll, in Einklang zu bringen, führte im Ganzen zu dem Resultate, dass die viererlei Wirkungen der Inductionsströme unter verschiedenen modificirenden Bedingungen nicht gleich sind und dieses daher bei der Messung der Stromesstärke berücksichtigt werden muss. Man lernt dieses besser aus den nachfolgenden Versuchen kennen.

DOVE stellte sich die Aufgabe, die Schwierigkeiten, welche FARADAY bei der Bestimmung des eigentlichen Verhaltens bei der Bildung des von ihm angenommenen Gegenstromes (*Extracurrent*) fand, zu überwinden und das eigentliche Wesen der inducirten Ströme auf experimentalem Wege zu ermitteln. Zur festeren Bestimmung der Begriffe schickt er voraus, dass ein Strom, dessen Intensität zunimmt, in jedem Augenblicke betrachtet werden kann als bestehend aus einem unverändert bleibenden und einem neu hinzukommenden Antheile, derjenige dagegen, dessen Intensität abnimmt, aus einem gleichbleibenden und einem verschwindenden, und dann würde das Inductionsgesetz sich auf folgende Weise ausdrücken lassen: ein primärer Strom inducirt während seiner Zunahme einen entgegengesetzten, während seiner Abnahme einen gleichlaufenden secundären. Heisst man Nebenstrom derjenige, welcher durch einen primären in einem von ihm getrennten, ihm parallelen Drahte erzeugt wird, Gegenstrom aber der in einem spiralförmigen Schliessungsdrahte mit oder ohne Eisenkern durch Wirkung jeder einzelnen Windung auf die zunächstliegenden hervorgebrachte Strom (wonach also dieser Gegenstrom als ein specieller Fall des Nebenstroms zu betrachten wäre, bei welchem ein und derselbe Draht den Weg für den primären und den inducirten abgiebt), so lassen sich die für den Nebenstrom auf-

Digitized by Google

gefundenen Erscheinungen auch als wahrscheinlich gültig den Gegenstrom betrachten. Zur Erzeugung des primiti Stromes diente ihm eine magnetoelektrische Maschine der wie sie (Bd. IX. S.122) bereits beschrieben worden ist, mit einig für diesen Zweck bestimmten, besondern Vorrichtungen. Un letzteren befand sich unter andern auch ein auf dem Anker findlicher, nach Art des Blitzrades mit wechselnden isolirten Stücken auf seinem äusseren Rande eingelegter Cylinder, m telst dessen sich die allmälige Steigerung des elektrisc Stromes wahrnehmen liess. In den hierdurch erregten Str war eine Extraspirale eingeschaltet. Zur leichteren Uebersi mit Beziehung auf die (Bd. IX. Fig. 16) gegebene Zei
Fig. 29. nung der Maschine, ist a der rotirende Anker, s die eingesc tete Extraspirale bald mit, bald ohne eingesteckten Eisenk oder Eisendrähte u. s. w., die Unterbrechung, die dann ein wenn die auf den untern Cylinder des Ankers drückende Fe auf ein in ihr eingelegtes Stück Holz gleitet. Die Wirk dieser Anordnung ist folgende. Während der Rotation des A kers von 0⁰ bis 90⁰ entwickelt sich in den metallisch schlossenen Drähten seiner Rollen mit wachsender Stärke primäre Strom und zugleich in der Spirale s ein entgege setzt fliessender Gegenstrom, der die Wirkung des er schwächt. Im Moment der Unterbrechung bei u hört der p märe Strom in a auf und es entwickelt sich in der in s zurücklaufenden Spirale s ein mit dem primären gleichgericht Gegenstrom, welcher diesen verstärkt. Will man den Geg strom vermeiden, so muss im Moment der Oeffnung bei d Extraspirale aus der schliessenden Verbindung treten, welc geschieht, wenn I. mit III. verbunden wird. Verbindet man mit II., so erhält man den primären Strom vermindert d den Einfluss des während der Rotation von 0⁰ bis 90⁰ gebild ten entgegengesetzt fliessenden Anfangsgegenstroms vermehrt durch den bei der Oeffnung von u sich bildend mit dem primären gleichgerichteten Endgegenstrom. Z näheren Bestimmung des letzteren wird statt der Spiral eine gleichen Leitungswiderstand erzeugende gleiche ger Drahtlänge eingeschaltet. Die Wirkung durch I. und II. er dann die Wirkung des primären Stromes allein, die Schliess von II. und III. giebt, wenn s geradlinig ausgespannt ist, keine Wirkung, wenn s aber eine Spirale bildet, einen mit de

Digitized by Google

primären gleichgerichteten Strom, d. h. die Wirkung des Endgegenstromes allein. Nennt man p den primären, A den Anfangsgegenstrom, E den Endgegenstrom, so giebt die Verbindung von I. und II. p — A + E, von I. und III. p — A, von II. und III. E. Aus zahlreichen Versuchen ergiebt sich dann die Eigenthümlichkeit der inducirten Ströme rücksichtlich ihrer physiologischen Eigenschaften, der erzeugten Funken, ihrer Einwirkung auf das Galvanometer und die bewirkte Wasserzersetzung im Voltameter, worüber wir auf die Abhandlung selbst verweisen müssen[1].

Eine schätzbare Erweiterung unserer Kenntniss der Inductionsphänomene geben die Versuche Wartmann's[2]. Zuerst untersuchte derselbe den Einfluss der in den inducirenden Strom eingeschalteten Drähte auf die Stärke des inducirten Stromes und fand, dass bei gleichbleibendem inducirten Drahte die Stärke des inducirten Stromes in arithmetischer Progression abnimmt, wenn die Länge des eingeschalteten, geschlossenen oder offenen Drahtes in geometrischer Progression wächst. Aehnliche Resultate wurden erhalten, wenn der inducirte Draht sich gleich blieb, die Induction aber durch zwei Drähte, einen gleichbleibenden und einen veränderlichen, geschah. Mittelst Reibungselektricität erhielt Wartmann Resultate, welche mit denen durch Faraday[3] gefundenen völlig übereinstimmten. Ausserdem fand er, dass keine Induction in einem Drahte entsteht, dessen Richtung zwei rechte Winkel mit dem inducirenden Strome bildet, woraus sich folgern lässt, dass der durch den elektrischen Strom erzeugte Magnetismus die hauptsächlichste oder einzige Ursache der hervorgerufenen Induction sey.

Von grosser Wichtigkeit sind die elektrischen Inductionsströme wegen ihrer Anwendbarkeit zur medicinischen Elektricität. Dass die Elektricität als Heilmittel von ausgezeichneter Wirkung sey, unterliegt keinem Zweifel und geht genügend aus demjenigen hervor, was in einem eigenen, diesem Gegenstande gewidmeten Abschnitte (Bd. III. S. 390) hierüber gesagt worden ist. Inzwischen wurde von diesem sehr ener-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 251.

2 Bullet. de la Soc. Roy. de Brux. 1843. T. X. P. II. p. 381. L. and Edinb. Phil. Magaz. N. 166. T. XXV. p. 266.

3 Experimental researches. §. 1613 ff.

gischen und unter geeigneten Umständen durch kein an zu ersetzenden Mittel stets weit weniger Gebrauch gem als billig hätte geschehen sollen, wovon die Ursache wohl h sächlich in der Schwierigkeit der herbeizuschaffenden App lag, insbesondere wenn man die hiermit verknüpfte Mühe Zeit mit der ausnehmend geringen vergleicht, welche erfo wird, um ein Recept zu schreiben. Früher wurden Masc angewandt, allein man weiss, wie geringfügig die Wirk der kleinen sind, abgerechnet das mühsame Drehen und Abhängigkeit von der Trockenheit der Atmosphäre, die in Krankenzimmern kaum mit Sicherheit zu erhalten ist, a sehen von dem Raume, den etwas grössere Maschinen ein men, und der Gefahr ihres Transportirens. Die Volta Säule versprach eine Erleichterung, allein der Strom der neren hat nur wenig durchdringende Kraft, das Aufbauen Reinigen der grösseren hat aber, abgesehen von mehr Unbequemlichkeiten der Gasentwickelung, der Verletzung Säuren u. s. w., grosse Schwierigkeiten und erfordert b tende Kosten. Es war daher ein grosser Gewinn, statt ursprünglichen Stromes den inducirten zu gebrauchen, und ses geschieht gegenwärtig durch zwei Arten von Mas die zwar sehr kenntlich verschieden sind, von den Aerzten nicht immer unterschieden werden, weil beide, und zwar Recht, den Namen **Inductionsmaschinen** haben. Di Art derselben fasst diejenigen in sich, welche den indu Strom durch einen Stahlmagnet erzeugen, und die wir hier gehen können, weil sie schon (Bd. VI. S. 1175. Bd. IX. S beschrieben worden sind, wobei nur noch bemerkt werden dass v. Ettingshausen bereits im J. 1837 zu Prag die ung che, in ihrer grössten Stärke nicht auszuhaltende phy sche Wirkung seiner Maschine, nebst den leichten Mitteln zu steigern oder zu vermindern, nachwies. Diese Masch verdienen daher immer einen bedeutenden Platz unter den dicinischen Apparaten einzunehmen. Die zweite Art der ductionsapparate, bei denen eine Volta'sche Säule den pri Strom bildet, ist in ihrer Vollendung zuerst durch Neef gestellt und den versammelten Naturforschern im J. 183 Freiburg gezeigt worden; sie verdient eine etwas nähere schreibung, da sie in ihrer Wirksamkeit die andere Art übertrifft, zugleich aber weit leichter zu handhaben, fast

Digitized by Google

räuschlos und minder kostspielig ist. Von der anderen Seite führt indess der Gebrauch dieser Apparate die nothwendige Anwesenheit einer oder zweier Säuren, so wie das Reinigen und Ersetzen des Zinks mit sich, die für den praktischen Arzt Mühe verursachend, Kosten erzeugend und im Krankenzimmer jedenfalls am ungeeigneten Orte sind; es wäre daher sehr zu wünschen, dass sich minder kostbare und dennoch hinlänglich wirksame elektromagnetische Maschinen herstellen liessen, eine Aufgabe, die in diesem Augenblicke vielleicht schon gelöst ist oder hoffentlich demnächst gelöst werden wird.

Die Maschinen, welche nach der von Neef erfundenen Construction von Spitra zu Prag in grosser Vollendung verfertigt werden, bestehn aus einem hölzernen Kasten, worin die aus 4 Kupferplatten und 4 Zinkplatten, also aus 4 durch trockne Pappscheiben getrennten Elementen zusammengesetzte Säule enthalten ist. Zwischen den Zink- und Kupferplatten liegen Tuchscheiben, die am besten mit Wasser und $\frac{1}{12}$stel Schwefelsäure und $\frac{1}{12}$stel Salpetersäure (oder wohl noch besser mit stel von jeder) getränkt und dann zwischen zwei Bretern stark ausgedrückt sind. Liegen die Theile der Säule lose an einander, so ist ihre Wirkung nur gering, sie lässt sich aber zunehmend verstärken, wenn man sie mittelst einer hierzu im Kasten angebrachten Schraube zusammenpresst. Man begreift leicht, dass jede andere Säule gleichfalls angewandt werden kann, und eine von constanter Wirkung würde entschieden noch einen Vorzug haben, welcher jedoch schwerlich diese stets bereite Steigerung oder Verminderung aufzuwiegen vermöchte. Eben dieses wird noch durch ein anderes Mittel erreicht. Die Elemente lassen sich zwar zu einer zusammengesetzten Säule vereinigen, da aber dieses die physiologischen Wirkungen des Inductionsstromes nur vermindert, so ist der hierzu dienende Mechanismus ganz überflüssig, und es werden daher in einem an jeder Seite des Kastens auf dessen Rande eingelassenen Messingstreifen an der einen Seite alle Kupferplatten, an der andern alle Zinkplatten durch hineingedrückte Stahlfedern mit einander vereinigt, so dass man nur eine einfache Kette hat. Da aber die Stahlfedern mittelst kleiner Schrauben in ihren Vertiefungen festgeklemmt sind und frei gelassen von selbst zurückspringen, so darf man nur eine oder mehrere dieser Schrauben lüften, um 1, 2 oder 3 Elemente wirken zu lassen,

Digitized by Google

so dass hiernach der Strom nahe vom Einfachen bis zum V fachen gesteigert oder umgekehrt vermindert werden k Vor dem Kasten steht die auf Holz gewickelte Inductionsr die anfangs nach Neef einen Eisenkern enthielt, jetzt aber einem Drahtbündel versehen zu werden pflegt. Sie besteht einem etwa 1,5 Lin. dicken, mit Seidenband umwickelten M singdraht und dem etwa 0,3 Lin. dicken, mit Seide dop umsponnenen Kupferdraht, an dessen Enden sich die den ducirten Strom leitenden Handhaben befinden, was weiter ke Beschreibung bedarf.

Zur Erzeugung der Erschütterung muss bekanntlich primäre Strom (denn dieses ist bequemer, als die Unterbrech des inducirten Drahtes) unterbrochen werden, und da dieses anhaltenden Wirkung wegen oft und schnell nach einander schehen muss, so ist der hierzu dienende Mechanismus ein Ha erforderniss bei solchen Maschinen. Anfangs bediente Neef seines Blitzrades, welches eine willkürlich schnelle terbrechung des primären Stromes gestattet, später aber ihm J. P. Wagner eine höchst sinnreich erdachte, das mec nische Talent ihres Erfinders beurkundende Vorrichtung

Fig. 30.

In der Durchschnittszeichnung ist a das untere Ende des senkerns oder Drahtbündels, welches etwas unter der Ind tionsrolle bb hervorragt. Der Draht für den primären St tritt bei g aus der Inductionsrolle und ist bei f in einen tallenen Träger eingesteckt, auf welchem oben eine in hori taler Ebene um einen Zapfen drehbare Scheibe cd befestigt Diese Scheibe besteht aus Kupfer und wird auf ihrer Oberfl che amalgamirt, um die Leitung zu verstärken, oder sie von Platin, welches sich besser reinigen lässt und insof einen entschiedenen Vorzug verdient, als bei der amalgami bei jedem Funken ein Theilchen Quecksilber verbrennt und Gesundheit nachtheilige Dämpfe erzeugt. Ein stählerner le ter Balken mn, bei e mittelst einer feinen Axe mit Spitzen lancirt, berührt mit dem einen herabgebogenen Ende bei n Scheibe, mit dem andern m taucht er in ein kleines elfenbei nes, mit Quecksilber gefülltes Gefäss l, welches diesen T statisch in die Höhe hebt und dadurch das andere Ende mit Scheibe in genauere Berührung bringt. In den anderen T l des Gefässes wird ein Kupferdraht r gesteckt, dessen unt Ende amalgamirt und dadurch mit dem Quecksilber des

Digitized by Google

ses in leitende Verbindung gebracht ist, während das obere
n anderen Pol der Säule schliesst. Der primäre Strom der
ta'schen Säule geht also durch den Draht g in den metalle-
n Träger f, zur Scheibe c d, durch den Draht n m zum Queck-
er i und durch den Draht r zum andern Pole. Durch diesen
om wird aber der Eisencylinder oder das Drahtbündel zum
gnete, zieht den Eisendraht bei n an und öffnet dadurch die
te, allein indem eben hierdurch der Magnetismus wieder
hört, fällt auch der Draht sofort wieder herab, und dieser
chsel findet ungefähr viermal in einer Secunde statt. Wegen
vollkommneren Leitung wirkt der Apparat mit dieser Vor-
htung am stärksten, und erzeugt mit vier verbundenen Ele-
nten der Kette beim Anfassen der Handhaben mit trocknen
nden ein krampfhaftes Zusammenziehen der Finger und Rück-
rtbeugen des ganzen Körpers, so dass man diesen Versuch
mit Vorsicht und in Anwesenheit eines Gehülfen anstellen
f, welcher nöthigenfalls das Spiel der Maschine anhalten
n. Nach einem andern Mechanismus befindet sich vor der
ule f auf dem Fussbrete der Maschine eine horizontale Ku-
rscheibe, welche durch ein Getriebe mittelst einer aufgewun-
en Uhrfeder beliebig schnell umgedreht wird, wobei man
gleich die Umdrehung mittelst einer Darmsaite, welche, um
e Trommel der Feder gewunden, diese aufzuziehen dient,
ingern oder ganz anhalten kann. Zur Scheibe führt von f
s eine mässig elastische dünne Feder von Messingblech, die
f der Mitte der Scheibe ruht; eine zweite, mehr nach dem
nde hin aufliegende gleiche Feder steht mit dem Drahte r
leitender Verbindung, und hiernach ist also die Verbindung
ch die zuerst beschriebene Vorrichtung aufgehoben, statt
sen aber die neue durch die Federn und die Scheibe herge-
llt; letztere hat aber einen, zwei oder mehrere Ausschnitte,
, während also die zweite Feder in den ausgeschnittenen
tor herabgleitet, findet eine momentane Unterbrechung des
omes statt.

Eine andere, in Wien verfertigte Vorrichtung zur Unterbre-
ng des Stromes besteht aus einem vertical aufgerichteten
Eisenmagnete, zwischen dessen Schenkeln ein Cylinder von
chem Eisen, auf einer Eisenstange festsitzend, dadurch in
izontaler Ebene leicht drehbar gemacht ist, dass seine Stütze,
iner Röhre steckend, auf einer Spitze ruht. Der Cylinder

Digitized by Google

ist mit Kupferdraht umwickelt, dessen amalgamirte Ende
ein kleines Gefäss mit Quecksilber tauchen, welches durch
zerne, strahlenförmig von der Mitte ausgehende Holzst
getrennt ist. Eine dieser Leisten theilt das Gefäss in
Hälften; das Quecksilber erhebt sich zwischen den Holz
und gestattet den Drahtenden die Berührung, doch trenne
diese von dem Quecksilber, wenn sie über die Holzstreifen
men, und unterbrechen somit den durch sie geleiteten S
welcher in das Quecksilber der einen Hälfte des Gefässes
und aus dem der andern Hälfte wieder ausströmt. Da
der Eisencylinder durch den umwickelten Draht zum Ele
magnete wird und durch die in Folge seiner Drehung
kehrte Richtung des Stromes seine Pole wechselt, so w
diese von den Polen des Stahlmagnetes wechselnd ange
und abgestossen und die Drehung dauert ohne Unterbrechun
Letzteres macht diese Vorrichtung interessant, doch ist d
stere vorzüglicher, weil auch schwächere Ströme für diesel
nügen, als welche zur Erzeugung der Drehung erfordert w

Die wohlfeilsten, dennoch aber in den meisten Fäl
den medicinischen Gebrauch genügenden Inductionsappar
die von Neef erfundenen und mit einigen Modificatio
verschiedenen Künstlern verfertigten, bei denen der inducirt
in dem Drahte erzeugt wird, welcher den Hauptstrom
Diese bestehen aus einem einfachen Elemente, meistens
Grove'schen von constanter Wirkung, und einem etwas
ren oder zwei dünneren sehr langen, mit Seide dick üb
nenen Drähten, deren Enden die beiden Pole schliess
Drähte werden um eine hölzerne, mit gefirnissten Eisen
versehene Rolle, zuweilen nur um ein durch Seide geb
lirtes Stück Eisen gewickelt und mit einer geeignete
Strom unterbrechenden und wieder schliessenden Vorri
meistens und am besten mit der oben beschriebenen von
ner erfundenen, versehen. Der Draht wird an einer be
Stelle, meistens in der Mitte, unterbrochen, und beide
mit Handhaben versehen, welche die Person anfasst, dur
che der beim jedesmaligen Oeffnen der Kette entstehen
ductionsstrom gehen soll. Bei diesem findet also bl
primäre, durch den elektrischen Strom unmittelbar er
Induction statt, und die Apparate sind zugleich sehr ge
diese letztere anschaulich zu machen.

Digitized by Google

Zwei Dinge sind bei diesen sämmtlichen Apparaten noch zu berücksichtigen und verdienen eine specielle Betrachtung: zuerst die Handhaben und dann die Eisenstäbchen. Rücksichtlich der ersteren ist längst aus der Elektricitätslehre bekannt, dass elektrische Flaschenschläge, insbesondere aber die Ströme einer (zusammengesetzten) Volta'schen Säule, um so empfindlicher wirken, je grösser die Metallfläche ist, durch welche sie in den menschlichen Körper übergehen, weil hierdurch der Widerstand vermindert wird, und hauptsächlich, weil dann eine grössere Menge von Nerven dem Strome ausgesetzt ist. Man versieht daher die Enden der Leitungsdrähte mit hohlen Cylindern von Kupferblech, etwa 4 bis 5 Z. lang und 1 bis höchstens 2 Z. im Durchmesser, die sich bequem mit der ganzen Hand umspannen lassen. Wohlfeiler gelangt man dazu, wenn man Kupfer- oder Messingdraht von 1 bis 1,5 Lin. Durchmesser, so wie man ihn käuflich erhält, putzt und einfach über einen hölzernen oder eisernen Cylinder mit dicht an einander liegenden Windungen so aufwickelt, dass die eben angegebene Dicke herauskommt, wobei man jedoch etwas auf den Rückgang des federnden Drahtes rechnen muss, was dann zugleich das Herausziehen des Cylinders gestattet. Der inducirte Strom hat vor dem Volta'schen, auch wenn er von einer zusammengesetzten Säule kommt, den grossen Vorzug, dass er den Widerstand der Leitung leichter überwindet, denn er geht zwar nicht durch Zeuge jeder Art, und die Handhabe muss daher auf die entblösste Haut gesetzt werden (vergl. **Leiter**), allein wohl durch die längste Reihe von Personen und selbst durch Wasser, so dass es mir nicht unmöglich scheint, den Strom einer kräftigen Maschine selbst durch ein Bad zu leiten, was die Wirksamkeit dieses in vielen Fällen mit auffallendem Erfolge bei hartnäckigen Rheumatismen und Lähmungen bereits angewandten Heilmittels bedeutend erweitern würde.

Rücksichtlich des zweiten Gegenstandes war in den bisherigen Untersuchungen oft die Rede von der Anwendung eines Eisenkerns oder der Eisenstäbchen im Innern der Inductionsrollen, Magnus hat indess den Unterschied beider durch eigene Versuche näher festgestellt. Bachhoffner und Sturgeon[1] mach-

[1] Sturgeon Annals of Electricity, Magnetism and Chemistry. Lond. [illegible] T. I. p. 481.

U*

ten zuerst auf die stärkeren Wirkungen der Eisenstäbchen au merksam, ohne jedoch die Ursachen hiervon nur einmal anzu deuten. MAGNUS suchte diese anfangs in der grösseren Wei heit des Eisendrahtes, fand aber bald, dass selbst Stahlstä eine stärkere Wirkung äussern, als der weichste Eisen Das Bespinnen der Eisendrähte mit Seide zeigte nur unme liche Verstärkung. Eine Reihe von Versuchen, bei denen Magnetometer eingeschaltet wurde, um zu ermitteln, ob die sencylinder und Drähte auch den primären Strom verstär führte zu dem Resultate, dass beide auf diesen ohne allen E fluss sind. Als die Drähte in einen Cylinder von leichtflüss Metall eingeschmolzen waren, gab dieser geringere Ersch terungen, als selbst ein massiver Eisencylinder von glei Gewichte mit dem der Drähte, und als diese in einen h Cylinder von demselben Metall eingeschlossen waren, zeigt die Wirkung noch merklich vermindert, ein Erfolg, wel auch eine Hülle von dünnem Messingblech hervorbrachte, a wenn beide hohle Cylinder der Länge nach aufgeschnitten w

Um diese Erscheinungen zu erklären, legt MAGNUS di sichten FARADAY's zum Grunde. Hiernach erzeugt der trische Strom beim Verschwinden in jedem neben ihm b chen elektrischen Leiter einen Strom von gleicher Ri und wenn sich kein solcher Leiter neben ihm befindet, so zeugt er diesen von gleicher Richtung in sich selbst. Is Leiter spiralförmig aufgewunden und mit einem Eisenk Innern versehen, so verschwindet beim Oeffnen der Mag mus, und dieser erzeugt im Schliessungsdrahte einen S von gleicher Richung, woraus der starke Funke und d schütterung beim Oeffnen folgt. MAGNUS hält diese Erk zwar für richtig, aber nicht für vollständig, denn er sagt: beim Oeffnen des Schliessungsdrahtes in jedem neben ih findlichen Leiter ein Strom von gleicher Richtung, wie verschwindende, erzeugt wird, so entstehen auch in den Q schnitten einer Eisenmasse, die sich in einer Drahtspirale findet, beim Oeffnen der Kette Ströme von gleicher Rich als der in der Spirale vorhandene. Durch die Erzeugung ser Ströme wird die Eisenmasse magnetisch, und zwar in selben Richtung, als sie es bei geschlossener Kette war. findet also beim Oeffnen der Kette in dieser Eisenmasse nur ein Verschwinden des Magnetismus statt, sondern es

auch noch Magnetismus erzeugt, und dieser hebt die inducirende Wirkung des verschwindenden Magnetismus auf den Schliessungsdraht theilweise auf.“ Hiergegen drängt sich aber der Zweifel auf, dass dann der Schliessungsstrom, bei welchem dieser magnetische nicht entgegenwirkt, stärker als der Oeffnungsstrom seyn müsste. Vergleicht man dieses Resultat mit dem eines anfänglichen Versuches FARADAY's (Bd. VI. S. 168), wobei ein Stahlmagnet in eine Trommel mit einer Inductionsrolle eingesenkt und dann herausgezogen wird, dabei aber zwei entgegengesetzte Ströme erzeugt, so wird es schwer, die Ursache aufzufinden, warum in der Inductionsrolle mit eingesenktem und dadurch magnetisch werdendem Eisenkern der anfängliche und der inducirte Strom gleiche Richtung haben[1]. Allerdings liegt ein Unterschied beider Resultate darin, dass bei dem in die Inductionsrolle gesenkten Stahlmagnete die magnetische Polarität schon vorhanden ist, beim Eisenkerne aber erst erzeugt wird, und somit auch das Ausziehen des Stahlmagnets aus der Inductionstrommel dem Verschwinden des Magnetismus im Eisenkerne nicht absolut gleich ist. Lassen wir die hierbei immer noch vorhandene Schwierigkeit einmal auf sich beruhen, so dürfen wir uns nach meiner Ansicht vorstellen, dass der primäre Strom (wobei wir uns immer zwei getrennte, einander entgegengesetzt bewegte Fluida vorstellen müssen) im Eisenkern eine gleiche, aus der Trennung beider magnetischen Flüssigkeiten bestehende, magnetische Strömung erzeugt, und dass diese beim Oeffnen der Kette beide in ihrer anfänglichen Richtung bis zur plötzlichen Herstellung der neutralen, aus der Wiedervereinigung der Elektricitäten und Magnetismen bestehenden Zustandes beharren. Die grössere Intensität des Oeffnungsstromes in physiologischer Hinsicht wäre dann leicht daraus zu erklären, dass die Erregung des Magnetismus beim Schliessen, wie MAGNUS und DOVE genügend gezeigt haben, in längerer Zeit zunehmend stattfindet, beim Oeffnen aber momentan erfolgt, mithin das mechanische Moment der Elektricität auf die Nerven ohne Vermehrung der Masse derselben ungleich stärker seyn muss. MAGNUS giebt ferner an, dass bei gleicher Stärke und Geschwindigkeit des beim Oeffnen der Kette entstehenden und während des Geschlossenseyns derselben verschwindenden

[1] Vergl. den Versuch von GAUSS. Bd. IX. S. 120.

Digitized by Google

Magnetismus beide Wirkungen sich aufheben und keine Induction stattfinden würde; es folge aber aus der wirklich vorhandenen Induction, dass der durch Induction entstehende Magnetismus schwächer sey, als der verschwindende. Genau genommen ist unzweifelhaft die Stärke des überhaupt entstehenden Magnetismus jedenfalls sich selbst gleich, sie bleibt auch in dem Eisen der Inductionsrollen während der Dauer des Geschlossenseyns des primären Drahtes sich selbst gleich, wird beim Oeffnen der Kette nicht schwächer, sondern verschwindet momentan, erreicht aber beim Schliessen derselben nicht momentan, sondern allmälig ihr Maximum, woraus die geringere Erschütterung beim Schliessen nothwendig folgt. Rücksichtlich des Unterschiedes zwischen dem Eisenkern und dem Drahtbündel heisst es: „Die Stärke des entstehenden Magnetismus im Verhältniss zu dem verschwindenden wird bei ungeänderten Bedingungen stets dieselbe bleiben, so lange kein Hinderniss für die Bildung der durch Induction in dem Eisen entstehenden elektrischen Ströme vorhanden ist. Ein solches Hinderniss wird aber stattfinden, wenn das in dem Elektromagnete befindliche Eisen aus einem Drahtbündel besteht; denn der Durchschnitt eines solchen Drahtbündels ist kein in sich geschlossener Leiter, der zur Erzeugung eines Stromes unumgänglich nöthig ist. Daher ist der in einem Drahtbündel durch Induction entstehende Magnetismus viel schwächer im Verhältniss zu dem schon vorhandenen, als der, welcher in einem massiven Eisenkern entsteht, und daher ist die Induction, welche ein Drahtbündel auf den Schliessungsdraht ausübt, viel stärker als die, welche eine massive Eisenmasse hervorbringt. Ausserdem aber wird auch die inducirende Wirkung des Schliessungsdrahtes auf sich selbst bei Anwendung von massiven Eisenmassen vermindert; denn jeder Querschnitt des Eisens bildet einen mit dem Schliessungsdrahte befindlichen geschlossenen Leiter, auf den der Schliessungsdraht inducirend wirken kann, und daher wirkt er nicht inducirend auf sich selbst.“ Hiernach gäbe es also zwei Ursachen der stärkeren Wirkungen der Drahtbündel und zwar zuerst die geringere Stärke des darin erzeugten Magnetismus. Dieses ist allerdings in Beziehung auf die Tragkraft der Anker richtig (s. o. **Elektromagnetismus**). Magnus und Lenz (s. ebend.) haben gezeigt, wie wenig bestimmt noch die Gesetze über die Wirksamkeit der Elektro-

magnete unter verschiedenen Bedingungen sind, und es wäre daher immerhin möglich, dass bei schwächerer Anziehung der Anker doch die laterale magnetische Wirkung der Drahtbündel stärker wäre, wovon ein Grund auch darin liegen könnte, dass Eisenmassen den Magnetismus nach unterbrochenem Strome nicht augenblicklich verlieren, was dagegen bei Drahtbündeln vielleicht der Fall seyn mag. Sofern übrigens der stärkere Magnetismus auch den stärkeren Inductionsstrom erzeugt, könnte man das Entgegengesetzte von dem folgern, was Magnus angiebt. Die zweite Ursache, dass ein massiver Eisenkern als in sich geschlossener Leiter die Induction des Schliessungsdrahtes auf sich selbst hindern soll, erscheint gewichtiger für die Modificationen, wenn nämlich der den primären Strom leitende Draht selbst den inducirten giebt oder wenn dieser eine um ihn gewundene zweite Spirale inducirt. Hiermit stimmen auch die sonstigen, von Magnus aufgefundenen Resultate überein. Ein spiralförmig gewundenes Eisenblech wirkt stärker als ein Eisencylinder, und selbst auch eine dünne eiserne Röhre stärker als letzterer, verliert aber durch zunehmende Wanddicke, doch nehmen dickere Röhre, z. B. Flintenläufe, durch Aufschlitzen mehr an Stärke zu, als dünne von Eisenblech. Geschlossene Röhren aus nicht magnetischen Metallen heben die Wirkung der in sie gesteckten Eisenstäbe auf; doch ist dieses der Fall bei Flintenläufen, nicht vollständig aber bei solchen aus dünnem Eisenblech. Hieraus lässt sich folgern, dass bei einem massiven Eisenkern nur die äussere Hülle desselben inducirend wirkt. Als praktische Regel folgt daraus, dass für die Anwendung Drahtstäbe am geeignetsten sind, die man aber ebenso wenig als die Inductionsrollen in metallene Gehäuse einschliessen darf[1].

Um den Standpunct zu bezeichnen, auf welchem sich die richtige Lehre von der Induction gegenwärtig befindet, werden noch einige Bemerkungen nicht überflüssig erscheinen. Faraday und alle seine Nachfolger reden von inducirten oder Inductions-Strömen, aber was haben wir uns unter diesen ihrem Wesen nach zu denken? Sie sind offenbar elektrische Ströme, denn sie zeigen alle den übrigen elektrischen Strömen eigenthümlichen Wirkungen der Afficirung des Elektrometers

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. S. 95.

Digitized by Google

und des Galvanometers, des Verbrennens, des Nervenreizes
der chemischen Zerlegung, werden durch den Magnetismus
zeugt, und sind insofern das Umgekehrte der Magnetoel
cität; sie entstehn ausserdem durch primäre elektrische Str
wodurch sie sich der Elektricität durch Vertheilung
der Elektricität im Wirkungskreise anschliessen. Die In
tionselektricität hat indess die Eigenthümlichkeit, dass sie
statisch, sondern nur dynamisch, d. h. in Bewegung begri
auftritt und sich also dadurch wesentlich von der Elekt
im Wirkungskreise unterscheidet, was indess damit zusam
hängt, dass die letztere durch statische, die erstere aber
dynamische erzeugt wird. Man könnte hiernach also sagen
Inductionselektricität ist für die dynamische das, was die
Vertheilung hervorgerufene für die statische ist. Dann k
es aber hauptsächlich auf die Beantwortung der Frage an,
wir uns unter elektrischen Strömen zu denken haben.
FARADAY's Theorie sind die elektrischen Ströme (zunächst
hydroelektrischen Säule) nichts anderes, als das Resultat de
Elektrolyt entstandenen und in der Elektrode fortgehende
mischen Zerlegung; die Elektricität ist kein eigentliche
dum, sondern die Fortbewegung der Elektrolyse (vergl. G
vanismus). bgesehen davon, dass das Fortgehen (das
men) der chemischen Zersetzung durch die Elektrode ein
fassbarer Begriff ist, und daher eine elektrolytische Kraft
stituirt werden muss, die allerdings in den unter sich ver
denen Molecülen des Elektrolyts liegen, nicht wohl aber von
getrennt selbstständig die unter sich gleichen Molecüle der
trode durchfliessen kann, muss vorzugsweise berücksichtigt w
dass der Inductionsstrom nicht bloss durch den hydro
schen, sondern auch durch den Magnetismus und den Fla
schlag erzeugt wird, wobei nicht eine Spur einer chemischen
setzung ursprünglich vorhanden ist. Wollen wir daher
Entstehung und das Verhalten der Elektricität allgemein
Erscheinungen in sich fassende, Gesetze aufstellen, woll
nicht mit einer in der Wissenschaft bisher unerlaubten W
für die hydroelektrische Säule, deren Elektricität ihrem
und Verhalten nach, wie FARADAY selbst bewiesen hat, m
anderweitig erzeugten identisch ist, specielle und dem G
widersprechende Gesetze aufstellen, so scheitert die che
Theorie, die übrigens noch niemand auf anderweitige el

Digitized by Google

sche Erscheinungen, ausser denen der hydroelektrischen Säule, anzuwenden nur einmal versucht hat, vollständig an den Inductionsphänomenen. Bleiben wir dagegen der älteren Theorie, wovon die des Contactes nur einen speciellen, mit allen andern vollkommen übereinstimmenden Zweig bildet, getreu, so lassen sich die Inductionserscheinungen dieser sehr gut anpassen. Hiernach ist jeder Körper mit neutraler oder gebundener, aus positiver und negativer bestehender, Elektricität in unbestimmbarer Quantität gesättigt, die aber durch die vielfachsten Ursachen, deren eine auch die chemische Zerlegung seyn könnte, wenn Thatsachen hierfür entschieden, in ihre Bestandtheile zerlegt wird und diesemnach die zahlreichen bekannten Erscheinungen hervorbringt.

Wird dieser allgemeine Satz speciell auf die Induction angewandt, so hat man bei dieser zwei vollkommene Leiter der Elektricität, die auf einander einwirken, in deren einem die zerlegte Elektricität die neutrale im andern zerlegt. Das Wesen der hierbei wirkenden zerlegenden Kraft kann in zwei Ursachen liegen, zuerst in der bekannten elektrischen Vertheilung, oder zweitens in der gegenseitigen Einwirkung des Magnetismus, sofern der primäre Leiter des elektrischen Stromes zum Magneten wird und dessen Magnetismus die neutrale Elektricität des zweiten Leiters trennt. Endlich könnten aber auch beide Ursachen gemeinschaftlich wirken. Die Mitwirkung der gemeinen Vertheilung lässt sich nicht durch das Argument beseitigen, dass die Inductionen Nichtleiter durchdringen, denn auch die Vertheilung dringt durch isolirende Körper, wie das Laden der Flaschen zeigt, und der einfache Versuch, wonach ein Elektrometer auf gleiche Weise durch einen mit Elektricität geladenen Körper afficirt wird, es mag sich Luft oder eine noch so grosse Glasscheibe zwischen beiden befinden, ja die Vertheilung selbst geschieht auch durch metallene Körper, wie Faraday's (s. o. Elektricität) Versuche mit den Bechern zeigen. Weit gewichtiger aber ist das Argument, dass elektrische Vertheilung nur bei statischer Elektricität vorkommt, nicht aber bei strömender, weswegen auch eine Elektrode während der Dauer des elektrischen Stromes das Elektrometer nicht afficirt. Dieses scheint mir genügend, um anzunehmen, dass die Induction, obschon der Vertheilung sehr ähnlich, jedoch ausschliesslich der dynamischen, wie die letztere der statischen Elektrici-

tät zugehörig, bloss auf der Wechselwirkung zwischen de Magnetismus und der Elektricität beruhet, wonach dann die g sammten Erscheinungen derselben, sowohl die durch Magne mus als die durch Elektricität erzeugten, der nämlichen Cl zugehören. Hiernach folgen die gesammten Erscheinungen a diesem einfachen Principe von selbst. Ohne bei der eigentl magnetischen Induction besonders zu verweilen, die aus d Theorie von selbst folgt, wird der primäre Leiter zu ein Elektromagneten, dessen getrennter Magnetismus im inducir Leiter die Elektricitäten in gleicher Richtung trennt. Je krä tiger der Magnetismus hervorgerufen wird, desto vollständi erfolgt die Trennung der Elektricitäten, weswegen die einfac Kette beide Wirkungen verhältnissmässig am kräftigsten he vorruft. Die Länge des zweiten Leiters steigert die Indu tionswirkung, weil dann nicht bloss die im längeren Drah enthaltene Masse der Elektricität grösser ist, sondern auch mechanisches Moment durch die Länge des durchlaufenen W ges wächst. Ist der zweite Leiter in sich selbst geschloss so werden die Elektricitäten getrennt und vereinigen sich n dem Aufhören des ursprünglichen Stromes wieder, ohne wei wahrnehmbare äussere Wirkung, als die Induction, die e einer zweiten Spirale bewirkt, worauf Henry's Inductionen hö rer Ordnung beruhen; ist aber ein Körper in ihn eingeschalt so wird die Trennung und Wiedervereinigung auch in die vorgehen, und es zeigen sich dann die bekannten elektrisch Erscheinungen. Beim Schliessen des primären Leiters diese minder energisch, weil die Trennung beider Elektricit im secundären, dem inducirten, Leiter langsamer erfolgt; diese aber einmal vorhanden, so geschieht die Wiedervereini gung in einem verschwindenden Zeitelemente, worauf die grösse Energie beruhet. Bei dem oben erwähnten interessanten Ve suche von Biot, und überhaupt, wenn die Induction durch ein Flaschenfunken bewirkt wird, erfolgen Trennung und Wieder vereinigung in dem nämlichen verschwindend kurzen Zeitel mente, was aus den Versuchen von Riess deutlich hervorg und diesen scharfsinnigen Physiker bewog, auf gleiche We magnetische und elektrische Strömungen anzunehmen, als bei der hier versuchten Erklärung zum Grunde liegen. Ueber einstimmend mit einem solchen momentanen Vor- und Rück wärtsströmen beider Elektricitäten sind dann auch die den Lich

tenberg'schen ähnlichen, aber nicht völlig gleichen Figuren, welche Riess erhielt. In der That bestehen die Inductionserscheinungen nur aus einem momentanen Zucken und zeigen sich deutlich als ein neben einander stattfindendes Hin- und Hergehen beider Elektricitäten, ein plötzliches Trennen und Wiedervereinigen derselben, am meisten den Flaschenschlägen ähnlich, denen sie auch dem Wesen nach am nächsten kommen. Namentlich zeigt sich dieses Verhalten deutlich bei Biot's Versuche. Im Nebenconductor zeigt sich plötzlich Elektricität, ein Funke erscheint zwischen ihm und dem Leiter des Flaschenschlags, ein von ihm zur Erde gehender magnetisirt eine Stahlnadel, aber nach der Ausgleichung der Flasche ist alle Elektricität in ihm verschwunden, und selbst wenn ein Funke zwischen ihm und dem entladenen Drahte sichtbar war, sinkt das Elektrometer sofort und der neutrale Zustand ist wieder hergestellt.

Hiernach ist dann leicht erklärlich, warum ein Eisenkern oder ein Eisenstäbchen in den Spiralen die Inductionswirkungen derselben erhöhen, und überhaupt stimmen diese Erscheinungen mit der Theorie so vollkommen überein, dass sie nicht wenig zu ihrer Unterstützung beitragen. Beruht die Induction auf der Rückwirkung des Magnetismus, so muss das durch den Hauptstrom magnetisch gewordene Eisen die Inductionselektricität sowohl des diesen leitenden Rheophors, als auch der Nebenspirale verstärken. Besteht die Hauptspirale aus einem sehr langen Drahte und sind beide Elektricitäten in ihr durch die Wirkungen der Säule und die Mitwirkung des gleichzeitig erregten Magnetismus im Eisen getrennt, so müssen beim Aufhören der ersten und der dadurch bedingten gleichzeitigen der zweiten beide sich wieder vereinen, was man sich als ein Strömen beider durch die ganze Länge des Drahtes vorstellen und hieraus die erschütternde (mechanische) Wirkung auf die Nerven erklären kann. Noch leichter wird diese Vorstellung, wenn zugleich eine Nebenspirale vorhanden ist. Ueber die Verstärkung der Erschütterung durch Eisen unter den vielfachsten Modificationen geben zwar die Versuche von Magnus genügende Auskunft, es sind mir aber, ausser den oben erwähnten diese specielle Frage nicht genügend beantwortenden von Henry, keine bekannt, welche das Verhalten der Magnetnadel beim Oeffnen und Schliessen der Kette genau

Digitized by Google

angeben [1], und ich entschloss mich daher zu folgenden eig
Eine Wiener Inductionsrolle setzte ich in Verbindung mit ei
kleinen gewundenen Elektromotor, welcher beim Schlie
energische Funken des mit Rauch verbrennenden Quecksil
zeigte. In den Inductionsdraht schaltete ich ein Galvano
von etwa 50 Windungen eines 0,4 Lin. dicken Kupferdra
ein, dessen Nadel wegen etwas grösserer Länge der ob
nicht ganz astatisch ist. Befanden sich keine Eisenstäb
in der Spirale, so zeigte die Nadel beim Schliessen der K
im Mittel aus mehreren Versuchen im ersten Momente
westliche Abweichung, ging aber augenblicklich zurück
hielt sich schwankend etwa auf 4° östlich; beim Oeffnen w
diese Abweichung jederzeit um etwa 3° vermehrt, und die
del ging sofort auf 0 zurück, ohne die Unruhe zu zeigen,
während des Geschlossenseyns merkbar war. Befanden
dagegen die Eisenstäbchen in der Spirale, so lief die N
meistens zweimal ganz herum, kam dann aber, besonders
ich sie sofort anhielt, um die starken Schwankungen zu
meiden, auf 45° östlich zum Stillstande, sofern ihre, auch d
noch merkliche, Unruhe dieses zuliess, wich beim Oeffnen
Kette um weitere 8° östlich ab und ging dann sofort auf
zurück. Das Resultat ist allerdings überraschend, doch
das Verhalten bei allen wiederholten Versuchen übereinstimm
so deutlich, dass keine Täuschung dabei obwalten kann.
zwischen entschloss ich mich zu einer abermaligen Reihe
Versuchen, bei denen ich durch einen geübten Gehülfen un
stützt wurde. Eine Doppelnadel schien mir minder geeignet
wählte daher eine einfache, an einem einfachen Seidenfaden a
gehangene. Der Multiplicator enthielt 800 Doppelwindung
wovon die Hälfte oder beide zugleich in den Strom gebr
werden können. Beide Drähte vereint gaben eine Wirk
dass die Nadel beim Schliessen der Kette etlichemal im Kr
herumlief; die Wirkung liess sich aber vermindern, wenn
der eine Draht in den Strom gebracht oder der Elektrom
nur bis etwa den vierten Theil seiner Höhe in die Säure

1 Auch die mir erst später bekannt gewordenen Versuche von M
TEUCCI in Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. XI. p. 385 geben
die wechselnde oder bleibende Richtung des Stromes nicht genüg
Auskunft.

Digitized by Google

getaucht wurde. Beim Schliessen der Kette wich die Nadel sofort östlich stark ab und blieb fortdauernd in Schwankungen, so dass wir es aufgaben, ihren Stillstand abzuwarten, obgleich sie sich herablassen, dadurch zum Stillstande und nachher durch Heben wieder zur freien Bewegung bringen liess; beim Oeffnen der Kette ging die Nadel bei schwachen Strömen sofort wieder zurück, ohne aus begreiflichen Gründen die Unruhe zu zeigen, die wir während des Geschlossenseyns der Kette wahrnahmen; bei starken Strömen dagegen nahm im ersten Momente die Abweichung mit einem plötzlichen Impulse um etliche, bis etwa 10 Grade zu, und dann kehrte die Nadel auf ihren Stand der Ruhe zurück. Diese letztere Vergrösserung der Abweichung hängt also von der Stärke des Stromes und der Empfindlichkeit der Nadel ab, verdient aber bei der Erklärung der Inductionserscheinungen sehr beachtet zu werden.

Einen artigen Versuch, die Erscheinung der Induction zu zeigen, welchen Fechner schon früher erwähnte[1], giebt Dujardin an. Man darf zu diesem Zweck nur die Drahtenden zweier Galvanometer mit einander verbinden und die eine Nadel mit der Hand drehen, so bewegt sich die andere durch Induction[2].

W. Weber[3] nennt alle bisher beschriebenen Inductionserscheinungen **bipolare**, weil beide Pole der Magnete dabei wirksam sind oder der Magnetismus dabei bipolar in Betrachtung kommt, und stellt diesen die **unipolare Induction** entgegen, bei welcher nur der eine Pol des Magnetes thätig ist. Auf die Untersuchung führte ihn eine von Faraday beobachtete Erscheinung. Wenn nämlich ein Stahlmagnet, sey er verticaler oder horizontaler oder in der Lage der Inclinationsnadel, um seine Axe gedreht wird, wonach also der Einfluss des tellurischen Magnetismus nicht als nächste Ursache gelten kann, so erzeugt er in einem vollkommenen Leiter, welcher mit dem einen seiner Pole und seiner Mitte in Verbindung steht, einen elektrischen, die Multiplicatornadel des Galvanometers zur Abweichung bringenden Strom, dessen Richtung man sich vom Nordpole ausgehend nach der Mitte des Ma-

1 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 237.
2 L'Inst. XIme Ann. N. 512. p. 446.
3 Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins. 1839.
4 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 353.

gnetes und von da durch den Multiplicatordraht zum Nordp
zurückkehrend vorstellen kann. Um die Erscheinungen gena
zu prüfen, construirte Weber in Gemässheit seines praktisc
Talents einen sehr zweckmässigen Apparat. Ein runder St
magnet wurde an einem Pole (dem Nordpole) mit einer ku
Spitze, am andern mit einem gezahnten Rade, welches auf
ner anderen Seite gleichfalls eine Spitze hatte, versehen,
dass er durch beide, in Vertiefungen laufende Spitzen mitt
zweier anderer Räder, eines Getriebes und einer Kurbel, sch
um seine Axe gedreht werden konnte. In der Mitte ist
Magnet mit einer messingnen Scheibe versehn, deren Flä
auf seine Axe eine normale Richtung hat, und deren Rand
ein Gefäss mit Quecksilber taucht, um den einen Draht
Multiplicators mit letzterem, den anderen mit dem Halter
Nordpolspitze des Magnets in metallische Berührung zu b
gen und auf diese Weise den erzeugten elektrischen Strom
leiten [1]. Nennt man diese Erscheinung eine magnetoelektris
so ist die entgegengesetzte elektromagnetische in dem fr
bekannten Versuche gegeben, wonach ein Magnet durch
von seiner Mitte zum einen Pole (oder umgekehrt) gerich
elektrischen Strom eine Drehung um seine Axe erhält.
gen der Resultate, welche Weber durch Versuche mit d
Apparate erhielt, und der wichtigen Folgerungen, die sich
aus ableiten lassen, namentlich der Nichtübereinstimmung
der von Ampère aufgestellten Theorie, welche zwar wohl
letzte, aber nicht die erste Erscheinung zu erklären verm
muss ich auf die Abhandlung selbst verweisen.

Inductionsinklinatorium. S. **Inklinatorium.**

Inductionsmaschine. magnetische von Strehlke und Fa
VI. 1173. von Ritchie. 1175. von Pixii. 1177. von Saxton
von v. Ettingshausen. IX. 122.

Zus. Saxton's magnetoelektrische Maschine ist seitdem
nau beschrieben worden[2]. Sie hat grosse Aehnlichkeit mit

1 Eine die Scheibe oder den Magnet selbst berührende kup
oder messingne Feder ersetzte das leicht herausgeschleuderte Queck
vortheilhaft und gewährt ausserdem den Vortheil, dass man sie de
des Magnetes parallel vorschieben und mit jeder Stelle seiner Oberf
in grösserer oder geringerer Entfernung vom Pole in Berührung br
kann.

2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. LV. p. 360. Poggendorff
Bd. XXXI. p. 401.

Digitized by Google

andern von Clarke[1], wovon Ersterer behauptet, die Erfindung sey ihm geraubt. Inzwischen ist die Clarke'sche Maschine die besser construirte; sie wurde daher mit einigen Modificationen sehr allgemein eingeführt, und man bezeichnet gegenwärtig alle magnetoelektrische Maschinen mit diesem Namen. Will man es genauer nehmen, so unterscheidet sich die Clarke'sche Maschine durch den horizontal liegenden Anker und die Herstellung der Verbindung mittelst des Quecksilbers; das Eigenthümliche der Ettingshausen'schen dagegen besteht in dem verticalen Anker und der Vorrichtung, nur die Ströme nach einer Richtung zu erhalten, so wie endlich der sehr vortheilhaften gänzlichen Entfernung des Quecksilbers. Dieselbe ist in einigen Stücken verbessert durch Lenz[2]. Vergl. **Magnetoelektricität.**

So eben machen Linari und Palmieri bekannt, dass es ihnen gelungen sey, eine Inductionsmaschine construirt zu haben, die durch den tellurischen Magnetismus Funken giebt[3].

Inductionsmultiplicator. IX. 120.
Inductionsrolle. S. **Induction.**
Inflammabilien. V. 681.
Inflexion. Beugung oder Diffraction des Lichtes. V. 681. VI. 297. entdeckt durch Grimaldi. V. 682. Newton's Untersuchungen. 683. und Erklärung. 686. spätere. 687. bis Flaugergues. 690. genauere von Biot und Pouillet. 697. von J. T. Mayer. 707. Parrot's Erklärung. 708. das Inflexioskop. 709. Neuste Untersuchung seit Fresn. 710. Fresnel's. 713. Berechnung der Interferenzen. 717. Fraunhofer's Erweiterungen. 728. dessen mittlere Spectra. 733. Zurückführung der Erscheinungen auf die Interferenzen. 736. äussere Spectra oder Farbenbilder. 738. gewöhnlich vorkommende Erscheinungen dieser Art. 742. Nachtrag, Schwerd's Apparate. S. **Undulation.** IX. 1409.
Inflexioskop. Hoffmann's. IV. 103. Mayer's. V. 710.
Inclination. S. **Neigung.** V. 747. VI. 990.
Inclinatorium. Neigungsnadel. V. 742. VI. 981. Entdeckung und erste Verfertigungsart. V. 743. Verbesserung durch Dan. Bernoulli. 744. neuere Einrichtung. 745. von J. T. Mayer. 746. Theorie der Messungen mit diesem Instrumente. 747—753. Beschreibung geeigneter Instrumente. 757. Abgleichung der Nadel. 761.

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. LIV. p. 262.
2 Bullet. scientif. de l'Acad. de Petersb. T. IX. N. 198.
3 Compt. rend. T. XVI. p. 1440. T. XVIII. p. 762.

Digitized by Google

Zus. Belehrend rücksichtlich des Verfahrens zur Bestim-
mung der Inklination sind die Messungen, welche Gauss m
einem Inklinatorium von Robinson angestellt hat[1]. Ein neu
Instrument zur Messung der magnetischen Neigung und de
Veränderungen ist von Humphry Lloyd angegeben word
Ein auf Reisen zu gebrauchendes Inklinatorium, von ihm I
ductionsinklinatorium genannt, hat W. Weber [3] erfunden.

Inponderabilien oder **Incoërcibilien.** V. 765. Möglichk
sie zu wägen. 767.

Insecten. Fliegen derselben. IV. 468. das dabei wahrnehmbare S
men. 469.

Zus. Die hauptsächlich von Chabrier aufgestellte, v
Dumeril[4] bestätigte Ansicht, wonach der summende Ton
Insecten nicht durch den Schlag der Flügel, sondern durch
Luft hervorgebracht wird, hat durch die Untersuchungen
Hermann Burmeister[5] volle Bestätigung erhalten. Hier
ist das Geräusch Folge der in den Thorax ein- und au
menden Luft und hängt also mit dem durch den Flügel
verstärkten Athmungsprocesse zusammen. Bei einigen
ist das Summen ein eigentliches Pfeifen in Folge der
eine enge Oeffnung strömenden Luft, bei andern werden
häutige Decken der Oeffnungen in vibrirende Bewegung
setzt.

Inseln, schwimmende. VIII. 1239.
Insolation. Ursache der Phosphorescenz. VI. 246.
Instrument. parallaktisches. VII. 293.
Instrumente. deren Wichtigkeit. IX. 1830.
Intensität des tellurischen Magnetismus und deren Messung. V
Interferenz. des Lichts. S. **Inflexion.** V. 717. 736.
Young aufgefunden. 770. allgemeine Bedeutung des Worte
bei den Wellen des Wassers und des Schalles. 773. 775—7
Lichts. 779. VI. 297. 333. 344. Fresnel's Hauptversuch. V
Erklärung der Newton'schen Farbenkreise. 784. Interferenz

---

1 Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Verei
Jahre 1841. Leipz. 1843. S. 10.

2 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 441.

3 Resultate aus den Beob. des magnetischen Vereins im J
S. 81.

4 Essay sur le vol des Insectes. Par. 1822. p. 40.

5 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 283.

polarisirten Strahlen. VII. 746. Nachtrag s. **Undulation.** IX. 1348. 1394. 1396.

Zus. Ein einfaches Mittel, die Interferenzen der Lichtstrahlen wahrzunehmen, wird von Talbot[1] angegeben. Ein kreisrundes Loch in einem Kartenblatt, so gross als die Pupille, wird mit einem sehr dünnen Glasblättchen bedeckt. Sieht man dadurch das Spectrum eines mässig zerstreuenden Prisma's, so gewahrt man auf seiner ganzen Länge dunkle Streifen, ähnlich denen, die durch Absorption in Iodgas erzeugt werden.

terferenz der Schallwellen. VIII. 447.
terferenz der Wärmestrahlen. X. 652.

Zus. **Interferenz** der elektrischen Ströme. Eine solche wollte De la Rive wahrgenommen haben[2]. Lenz aber hat die Erscheinung vollständig auf das Ohm'sche Gesetz zurückgeführt[3].

tervall. VIII. 331. 344.
ulin. IX. 1713.
tersor. S. **Commutator.** VI. 1181.
I oder **Iodine.** von Courtois entdeckt. V. 787. Iodsäure. 787. Hydriodsäure u. s. w. 788. Ioddampf, dessen Dichtigkeit. II. 397. X. 1113. Iodquecksilber s. **Quecksilber.** VII. 1022. Iodschwefel. VIII. 591. Iodsilber. 800. Iodstickstoff. 1056. Iodtellur. IX. 232. Iodzink. X. 2416.
dgalvanometer. S. **Multiplicator.**
ne. S. **Elektrode.**
rullo oder **Xorullo.** dessen Entstehung. IX. 2248.
rilabium. VII. 66.
dium und dessen Verbindung mit Sauerstoff und Chlor. V. 789. 790. Schmelzbarkeit. X. 988.
s im Auge. I. 534. 535.
siren. S. **Farbe.** IV. 100.
sand. III. 1091.
adiation. deren Einfluss auf die Grösse der gesehenen Himmelskörper. V. 796.

Zus. Ueber die Irradiation ist eine ausführliche und sehr lehrreiche Abhandlung von Plateau, einem in diesem Gebiete

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. LXII. T. X. p. 364.
2 Aus Mém. de la Soc. de Genève. T. VIII. in Poggendorff Ann. XLV. S. 434.
3 Bullet. de la Soc. de Petersb. T. V. Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. 6.

Digitized by Google

sehr bewanderten Gelehrten, erschienen, die jedoch kein kurzen Auszug gestattet [1].

Irritabilität. V. 972.

Irrlicht, Irrwisch. V. 790. bestehen nach Volta aus Phosp wasserstoffgas. 791. Beobachtungen derselben und Erklärungen. die bei Nizza erscheinenden. 795.

Zus. Neuerdings versichert der Maler Onofrio Zan unweit Bologna Irrlichter gesehen zu haben. Zuerst sah kleine Feuerballen aus dem Strassenpflaster aufsteigen bald wieder erlöschen, zugleich empfand er etwas Wärme den nahe kommenden. Weil er hörte, sie zeigten sich in Nähe des Kirchhofs, so suchte er sie daselbst auf, beobach aber in mehreren Nächten nur drei, die als kleine Ku schnell vertical emporstiegen und in 3 bis 4 Meter Höhe löschten. Zu San Donino, etliche Meilen von Bologna er einst in einer Octobernacht, als es regnete und er si ein Haus begab, neben welchem eine Flachsröste war, ein licht, begab sich mit einem Stocke, an welchem etwas befestigt war, dahin und sah die mit wenig Rauch bren Flamme, welche die Dicke eines Decimeters hatte. Sie zündete das Werg und erlosch in einer Höhe, die etwa drei gross als die eines Mannes war. Der Geruch des erloschenen zeugte nicht von Phosphor, sondern mehr von Schwefel Ammoniak [2]. Eine schätzbare Beobachtung dieser imm noch seltenen Phänomene hat Bessel mitgetheilt. Er sa bei Nacht auf einem Kahne, das Flüsschen Worpe nach men hinabfahrend, über einem ausgegrabenen Moorgrund sen Vertiefungen sich mit Wasser gefüllt hatten, früh M am 2. Dec. 1807 bei grosser Dunkelheit und regner Wetter. Die Schiffer betrachteten die Erscheinung al gewöhnliche und nicht überraschende. Die Farbe der men war etwas bläulich, wie von verbrennendem Wasser gas; sie leuchteten schwach, indem der Boden nicht von erhellt wurde. Ueber die Entfernung liess sich nicht urth doch schienen einige sich in einem Abstande von 15 bis

---

1 Mém. de l'Acad. de Brux. T. XI. Poggendorff Ann. Erg S. 97. 193. 405.

2 Annali di Fisica. T. III. p. 36. L'Instit. 2me Ann. N. 471. Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 350.

Digitized by Google

Schritten zu befinden, auch über ihre Zahl und Dauer kann die Angabe von Hunderten und etwa einer Viertelminute nur als eine genäherte gelten. Die meisten bewegten sich nicht, einige aber nahmen meistens gruppenweise eine horizontale Bewegung an [1].

rrsterne. S. **Planeten.** VII. 582.
sobarische oder **Isobarometrische Linien.** VI. 1938. 1969.
sochimenen. IX. 441. 449.
sochromatische Linien. VII. 789. 791.
sochrone. I. 963.
sochronismus der Pendelschwingungen. IV. 22.
sogeothermen oder isogeothermische Linien. IX. 335—342.
soklinen. VI. 1058. 1117. graphische Darstellung derselben. 1129.
solatoren, elektrische. III. 237. 245. Vergl. **Leiter.** VI. 133. 185.
solatorium, elektrisches. V. 798.
soliren. elektrisch. V. 799. Isolirung. III. 238.
somerie. IX. 1963.
somorphismus. V. 1355. IX. 1940.

Zus. **Isorachien** (*Cotidal-Lines*) nennt WHEWELL Linien, welche diejenigen Puncte der Erde verbinden, wo gleichzeitig Fluth ist. Sie sind gekrümmt und fallen also nicht mit den Meridianen zusammen, weil die Fluthzeit durch die Configuration der Küsten und die Meeresströmungen bedingt wird, wie ihr Anblick deutlich zeigt [2].

sotheren. isotherische Linien. III. 1031. IX. 441. 449.
sothermen. isothermische Linien. III. 1006. 1031. IX. 500.
uno, ihre Grösse, Bahn und Lichtstärke. V. 800. Vergl. **Volumen.** IX. 2073—2076.
upiter. dessen Bahn, Grösse und Abplattung. V. 802. Streifen und Flecken auf demselben. 804—806. dessen Rotation. 807. Atmosphäre. 808. 809. Abplattung. IX. 1024. Masse. 1052. 2079. dessen Trabanten. 1022. Entfernung von der Sonne. 1022. Masse 1238. 1241. Bewegung. 1249.
urakalk. Gebirgsart. III. 1090.

K.

abestan. VII. 1139.
admium. Kadmiumoxyd und Chlorkadmium. V. 810.

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 366.
2 Philos. Trans. 1831. Eine Karte derselben findet man auch in Berghaus physikalischem Atlas.

Digitized by Google

Kadus. Griechisches Mass. VI. 1244.
Kälte. Wesen derselben. X. 52. künstliche durch Salzlösungen u
Verdampfung. 853 ff. bewirkt Ausdehnung. I. 556. beim Auf- u
Untergang der Sonne. IX. 365. X. 663. durch Ausstrahlung. I.
153. durch Verdunstung. 155. durch Ausdehnung der Luft. 157.
Kältepole. IX. 336. 507.
Kältestrahlen. X. 71. 169. 421.
Käsestoff. IX. 1718.
Kakerlaken. I. 532. 535.

Zus. FOURNET glaubt, dass die Ursache der Missbild
der Kakerlaken in dem Wechsel der kalten und warmen L
strömungen zu suchen sey, wodurch sich manche Thäler au
zeichnen und wovon Bd. X. S. 1941 geredet worden ist.

Kaleidophon oder phonisches Kaleidoskop. V. 811.
Kaleidoskop. V. 813. Erklärung der vervielfachten Bilder.
ist dem Nürnberger Strahlenkästchen ähnlich. 816. von BREW
erfunden. 817.
Kalender. Julianischer und Gregorianischer. II. 255. V. 669.
817. gewöhnlicher Julianischer. 818. Bestimmung der Sonntags
staben nach demselben. 819. nach dem Gregorianischen. 820.
rechnung des Osterfestes. 821—825. Osterkanon. 822. Einfüh
des neunzehnjährigen Cyclus. 823. güldene Zahl und Sonn
chung. 825. Geschichte der Veränderungen des Kalenders.
Einführung des Reichskalenders. 828. Anfang unserer Zeitrech
829. immerwährender Julianischer. 831. immerwährender Greg
nischer. 834.
Kalium. durch DAVY aufgefunden. V. 837. Darstellung. 837. Ver
dung mit Sauerstoff. 838. Aetzstein (lapis causticus). 839. des
Salze, namentlich Salpeter. 839. Schmelzpulver und Knallpulver.
chlorsaures für Zündpulver. 841. Sauerkleesalz. 842. Kiesel
tigkeit und Fluorkalium. 843. Chlor-Schwefel-Phosphor-Cyan-Ka
lium. 844.
Kalk. Kalkhydrat, Kalksalze. II. 4. Gebirgsart. III. 1084. kiesel
Kalkstein. 1092. ungleiche Lösbarkeit desselben nach der Tem
ratur des Wassers. IV. 501. geschmolzen durch HALL und BU
HOLZ. X. 992.
Kalkspath. doppelte Brechung desselben. I. 1165.
Kalktuff. Gebirgsart. III. 1093.
Kalotypie. S. **Daguerrebilder.**
Kamillenöl. Ausdehnung desselben. I. 624.
Kampfer. S. **Campfer.** IX. 1706.
Kanne. Wiener Flüssigkeitsmass. VI. 1321.
Kanon. S. **Monochord.** VI. 2450. 2451.
Kanonen. älteste. I. 698. aus Eis. III. 121.
Kapselapparat, hydroelektrischer. VIII. 18.
Karuba. Persisches Wort, bezeichnet Strohräuber. III. 234.

Digitized by Google

Kaspisches Meer. VIII. 731.
Kastenapparat, hydroelektrischer. VIII. 17. 37.
Kastengebläse. S. **Gebläse.** IV. 1135.
Kastenkünste. S. **Hydraulik.** V. 520.
Kastenwerk. S. **Pumpe.** VII. 791.
Katakomben. S. **Höhlen.** V. 424.
Katakustik. I. 281. III. 80.
Kataphonik. III. 80.
Katapulten. I. 698.
Katechusäure. IX. 1712.
atoptrik. V. 845. Bearbeitung derselben durch die Alten. 846.
und die Neueren. 847.
atoptrik des Schalles. III. 80.
austicität. Aetzbarkeit. V. 848.
autschin. IX. 1704.
autschuck (Cautchouck). IX. 1709.
gel, berganlaufender. III. 71.
gelspiegel. Auffindung der Bilder, welche er erzeugt. V. 849. 850.
ll. V. 850. Gleichgewicht der auf denselben wirkenden Kräfte. 851.
852. Anwendung desselben. 853. 854. Prüfung der Gesetze mittelst
des Gomphometers. 855.
illi. S. **Bummerang.**
aterung. VIII. 1217.
raform der Krystalle. S. **Krystall.** V. 1313.
rzen. Turiner. VII. 477. X. 274.
ette, Volta'sche. verschiedene Arten. IV. 649. unwirksame. 756.
einfache. 648. und deren Theorie. 740. vervielfachte. 824.
ettenbrüche. IX. 1125.
ettenbrücke. S. **Hängebrücke.** V. 1.
ttengebläse. HENSCHEL's hydraulisches. S. **Gebläse.** IV. 1138.
ttenlinie. III. 194. Rectification. IX. 2101. Quadratur. 2106.
ttenwaage. WEBER's. X. 50.
se, so viel als Hagel. S. **Hagel.** V. 30.
sel. Kieselerde. VIII. 801. Kieselfeuchtigkeit. V. 843. Kieselschie-
fer, Gebirgsart. III. 1085. Kieselsinter. I. 1093.
logramm. VI. 1267. 1272. **Kiloliter.** VI. 1272. **Kilome-
ter.** VI. 1271.
mmung. S. **Strahlenbrechung.** VIII. 1157.
ng. Musikalisches Instrument. VIII. 251.
tt. zur Leuchtgasbereitung. IV. 1084. für eiserne Wasserröhren.
VII. 1419.

Zus. Der Gewerbverein zu Hannover hat den von KRAUSE empfohlenen Kitt für eiserne Röhren bewährt gefunden. Es werden 2 Th. Salmiak, 1 Th. Schwefelblumen, 16 Th. Eisenfeilicht in einem Mörser gemengt und als Pulver trocken aufgehoben. Beim Gebrauche mengt man 1 Theil davon mit 29

Digitized by Google

Theilen Eisenfeilicht, befeuchtet das Gemenge mit $\frac{7}{8}$ Wa
und $\frac{1}{8}$ Essig zu einem Brei und drückt diesen in die Fu
Der Kitt hält im Wasser und im Feuer. Vortheilhaft wird
was Steinkohlenasche zugesetzt. Noch bequemer ist wohl
in den Ann. des Mines T. V. empfohlene Kitt für eiserne W
serröhren. Acht Theile gesiebtes (nicht gerostetes) Eis
licht werden mit 1 Th. Schwefelblumen genau gemengt.
dem Gebrauche wird Salmiak in heissem Wasser gelöst,
das Gemenge zu einem Brei angemacht und in die Fugen
drückt. Nach drei Tage langem Trocknen im Sommer und
Tage langem im Winter ist der Kitt hart wie Eisen.

Ein Kitt für Porzellan und Glas wird auf folgende W
bereitet. Eine Unze Mastix wird in Alkohol aufgelöst,
Unze Hausenblase in Wasser erweicht und dann in Brann
aufgelöst, so dass sie eine dicke Gallerte bildet, welcher
eine halbe Unze arabisches Gummi zusetzt. Beide Flüssigk
werden in einem irdenen Topfe mässig erhitzt, bis sie
verbunden haben, und dann in einem gut verkorkten Glase
gehoben. Für den Gebrauch erwärmt man das Glas in h
Wasser, trägt den Kitt auf die erwärmten Flächen und
die Fugen 24 Stunden fest zusammengebunden.

Klafter. Wiener. VI. 1314.
Klang. VIII. 179. 277. Klangfiguren. 227.
Kleber. IX. 1718.
Klebschiefer verschluckt Gase. I. 107.
Kleesäure. VI. 115. IX. 1696. **Kleesalz.** V. 842.
Klima. das astronomische nach den Tageslängen. V. 856.
bedingt durch die Temperatur. V. 858. IX. 440. durch d
tigkeitszustand der Atmosphäre. V. 859. die Beschaffenheit
dens. 860. herrschende Winde. 861. Umgebungen. 862.
über der Meeresfläche. 863. brennende Vulcane. 864. Co
klima. 866. Insel- und Küsten-Klima. 867. Bergklima und Kl
Hochebenen. 868. Thalklima. 869. im Innern Africa's. 871.
rica's unter der Linie. 872. 873. Küstenklima. 874. Inselklima
der Hochebenen Quito's. 880. Einfluss der Wälder. 881. 882.
ma Nordamerica's. 883. 887. Lapplands. 885. Spitzbergen
der ausgedehnten Meere. 891. Einfluss desselben auf das Th
und Pflanzenreich. 895. auf den Charakter der Bewohner.
den Gesundheitszustand. 899. ihre Muskelkraft. 995. Klima
Beziehung auf Tagslängen. IX. 70.
Klinometer. Instrument, um die Neigung der Berge zu messen. V.
Klinoskop. V. 902.
Klirrtöne. S. **Monochord.** VI. 2455.

Zus. A. Seebeck[1] hat die Versuche wiederholt und vermochte die Klirrtöne auf beide Weisen, die von Chladni und die von Nörremberg angegebene, hervorzubringen.

llitometer. S. **Nivelliren.** VII. 104.
nallbomben. VII. 596. der Glasbläser; Leuchten derselben. X. 2137. 2143.
nallgasmikroskop. X. 988.
nallgasgebläse. S. **Gebläse.** IV. 1158. und **Wärme.** X. 257. Hare'sches. IV. 1159. Newman'sches oder Clarke'sches. 1164.
nallgold. IV. 1611.
nallpistole. elektrische Pistole. VII. 593.
nallpulver. V. 840. X. 264. 267.
nallquecksilber. S. **Quecksilber.** VII. 1021.
nallsäure. V. 914. IX. 1971.
nallsalze. ballistische Kraft derselben. X. 1138.
nallsilber. S. **Silber.** VIII. 799.
iepresse. S. **Presse.**
öpfe. irisirende. IV. 100.
orpelleim. IX. 1718.
oten. aufsteigende, niedersteigende und Knotenlinien. V. 904. 905. der Mondbahn. IV. 252. 799. VI. 2334.
oten der Loglinie, zur Schiffsrechnung. VI. 451.
balt. Kobold. V. 905. dessen Verbindungen mit Sauerstoff und Chlor. 906. giebt sympathetische Tinte. 906. ist magnetisch. VI. 647
obi. Wüste. III. 1130.
chsalz. III. 1104. VII. 12.
önigsbaum bei Windmühlen. X. 2222.
örper. einfache, unzerlegte. III. 785. Wesen derselben. VI. 1436.
ohle. verschluckt Gase. I. 86. wird dadurch elektrisch. 101. verschluckt Dämpfe. 104. elektrisches Leitungsvermögen. VI. 171. Schmelzbarkeit. X. 988. specifische Wärme. 1177. entzündet sich selbst. 252. fossile Kohle. III. 1108.
hlenoxyd. V. 909.
hlensäcke. S. **Milchstrasse.** VI. 2283. und **Wolken.** X. 2320.
hlensäure. V. 910. Menge der aus der Erde strömenden. IX. 2330. Verwandlung in einen tropfbar-flüssigen und festen Körper. IV. 1018. 1020. X. 878. Elasticität des Dampfes der flüssigen. 1148.
hlenschiefer. Felsart. III. 1088.
hlenstickssäure. IX. 1720.
hlenstoff. V. 907. als Diamant und Graphit. 907. als Kohle. 908. Unschmelzbarkeit und Verbindung mit Sauerstoff. 909. mit Wasserstoff. 911. mit Chlor. 912. mit Schwefel und Stickstoff zum

1 Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 539.

Digitized by Google

Schwefelkohlenstoff und Cyan. 913. Blausäure. 915. Cyanver-
dungen. 915.

Kohlenstoffeisen. III. 160.

Kohlenwasserstoffgas. V. 912.

Koluren. V. 916. Kolur der Solstitien. VIII. 900.

Komet. über die Katastrophen der Erde durch dieselben. IV. 1
Bahnen derselben. V. 917. der Halley'sche. 718. der Olbers'sche
Encke'sche. 819. der Biela'sche, welcher der Erde sehr nahe k
921. Zahl der Kometen. 922. Zusammentreffen mit der Erde.
Natur derselben. 924. eigenes Licht. 926. Kern. 927. Schw
931. deren Veränderungen. 935. Richtungen und Scintilliren.
Bildung der Schweife und Kometen. 939. Erscheinungen bei
Schweifen und ihre Erklärung. 939—954. Einwirkung auf die E
954. Bildung der Kometen. Umlaufszeiten. IX. 1265. allge
Betrachtung. X. 1481. 1611. die vier von bekannter Wiederkehr.

Kometenbahnen. I. 679. IX. 1580.

Kometensucher. IV. 166.

Konche. Griechisches Mass. VI. 1244.

Kondylus. Flüssigkeitsmass der Griechen. VI. 1243.

Kosmologie. S. **Geologie.** IV. 1239. und **Weltall.** X.

Krämerwaage. S. **Waage.** X. 3.

Krämpfe. durch Elektricität geheilt. III. 405.

Kräuterschiefer. Felsart. III. 1088.

Kraft. V. 956. deren selbstständige Existenz. 958. dauernde,
übergehende, absolute. 960. todte, lebendige, latente. I. 947.
Vergl. **Mechanik.** VI. 1512. 1525. X. 1727. Mass der K
V. 963. beschleunigende oder beständige. 967. bewegende und
schleunigende. VI. 1541. X. 2265. retardirende, verzögernde.
969. veränderliche und unveränderliche. 969. bewegende.
921. 931. Parallelogramm der Kräfte. 933. Mittelpunct der K
VI. 1528. 2297. mittlere Kraft. X. 2228. Wesen derselben.
1823. Zerlegung und Zusammensetzung. X. 2402. gemessen d
die Wirkung. 2263. lichtbrechende. I. 552. des Prisma's.
des Fallens. IV. 4. des Stosses. VIII. 1092. des Windstosses.
2071. Muskelkraft der Menschen und Thiere. V. 970—973.
kungsart der Nerven auf die Muskeln. 974. unglaubliches Con
tionsvermögen der letzteren. 976. Benutzungsart der Muskelkraft
Menschen. 979. Euler's Formel zur Berechnung. 982. Anwend
auf die Arbeiten; mit Schubkarren. 987. Ziehen am Rammkl
988. VII. 1168. 1195. Drehen der Kurbel. V. 989. sonstige A
ten. 992. Bouguer's Formel der Berechnung. 994. Musk
der Thiere. 995. der Pferde. 996. VII. 1168. der Maulthiere
1000. tabellarische Uebersicht der Kraftäusserungen durch M
kraft. 1002. Kraft durch Gewicht und Stoss. 1005. durch Schw
Elasticität und Wärme. 1006. verborgene Kräfte. 1007. Symp
1009. geheime elektrische. 1011. die Wünschelruthe. 1013. Sch
felkiespendel. 1016. der Balancier. 1017.

Digitized by Google

Zus. Nach vielen Versuchen von Bevan beträgt die Kraft eines Pferdes beim Ziehen der Pflüge im Mittel 163 engl. Pfunde mit einer Geschwindigkeit von 2,5 engl. Meilen in einer Stunde. Die Zeitdauer der Arbeit (vermuthlich 8 Stunden) ist nicht angegeben [1].

raftmesser. S. **Dynamometer.** II. 715.
rahn oder **Kranich.** VII. 1140.
rampffische. S. **Fische,** elektrische. IV. 275.
rapproth. IX. 1710.
reide. Gebirgsart. III. 1090.
reis. Rectification. IX. 2099. Quadratur. 2105.
reisbewegung. II. 62.
reismikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2169.
reosot. IX. 1704.
reuzung der Augennerven. I. 541. IV. 1481. S. **Sehen.**
röte, lebende in festem Gestein. IV. 1300.
rone des Nordlichts. S. **Nordlicht.** VII. 115. 179. 220.
ronglas. II. 249.
ropfrad. VII. 1181.
ümelzucker. IX. 1713.
ummzapfen. Kurbel. V. 1019. einfacher, doppelter, vielfacher. 1020. Gesetz seiner Wirkung. 1021.
yometer. IX. 343.
yophorus Wollaston's. V. 1022. X. 877.
rystall. V. 1023. Grösse und Beschaffenheit. 1024. Winkelmessung. 1025. Goniometer. 1026—1033. Flächen. 1034. Axen. 1047. Mittelpunct des Gleichwerths. 1060. Strahlensysteme hauptaxiger Gestalten. 1062. Abhängigkeit der Axen. 1076. Flächen, Kanten, Ecken. 1080. Hauptaxenlose Strahlensysteme. 1113. Hauptaxenlose Gestalten. 1144. Bezeichnung. 1158. abgekürzte Bezeichnung. 1181. 1185. der Strahlen. 1231. der Krystallgestalten. 1276. Zwillingskrystalle. 1304. Hämitropieen. 1305. Krystallbeschreibung. 1308. Geschichte der Krystallkunde. 1311. Hauy's Kernformen. 1313. und Ebenmassgesetz. 1314. Mohs' Krystallsystem. 1321—1334. Beziehung der Krystalle zum Lichte. polarisirende. IX. 1492. einaxige. 1494. doppeltbrechende. 1500. Einfluss auf durchfallendes Licht. 1530. positive und negative. 1538. zweiaxige. 1550. willkürlich geschnittene. 1557.
ystallbildung auf trocknem und nassem Wege. IV. 1281.
ystallelektricität. III. 324. IV. 500. IX. 732. 819. 1090. 1103. 2056. X. 1153.
ystallformen der Verbindungen. IX. 1939.
ystallisation des gefrorenen Wassers. III. 105. VIII. 559. X.

1 Phil. Mag. and Ann. T. VIII. p. 22.

Digitized by Google

941. 948. S. **Eis.** Lichterscheinung beim Krystallisiren. S **Licht.**
Krystalllinse des Auges. I. 546.
Krystallogenie. V. 1340. Bedingungen des Krystallisirens. 1341 begleitende Umstände und Erfolge. 1345. Erzeugung grosser Krystalle. 1346. Rückbleiben der Mutterlauge. 1347. Zerknisterungwasser, Decrepitiren, Krystallwasser. 1348. X. 1265. Krystallisationsweingeist, Krystallform. V. 1349. Dimorphismus und Trimorphismus. 1351. Isomorphismus. 1355. Ursache der Krystallisation 1360.
Krystallsysteme. I. 1189. V. 1311.
Krystallwasser. V. 1348. X. 1265.
Kubatur. S. **Cubatur.** IX. 1179. 2091. 2112.
Kuchen des Elektrophors. III. 730.
Kühlfass, Kühlrohr. beim Destilliren. II. 518.
Kugel. Oberfläche. IX. 1180. 2108. Inhalt. 1183. 2112.
Kugelspiegel. V. 1360. Alhazenisches Problem bei demselben 1361. scheinbare Grösse der darin gesehenen Gegenstände. 1363.
Kugelzone auf der Erde. III. 840.
Kupfer. V. 1364. dessen Verbindungen. 1365—1367.
Kupferschiefer. Gebirgsart. III. 1088.
Kurbel. Arbeit an derselben. S. **Kraft.** V. 989. so viel als Krummzapfen. 1019.
Kurzsichtigkeit. S. **Gesicht.** IV. 1399.
Kunstauge von ADAMS. IV. 1411.
Kyanometer oder Cyanometer. V. 1367. dient zur Bestimmung in der Atmosphäre enthaltenen Dünste. 1369. BIOT'S Colorigra 1371. Vergl. **Meteorologie.** VI. 1989.
Kyathus. Griechisches Mass. VI. 1244.

L.

Labium. der Orgelpfeifen. VIII. 351.
Labyrinth im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1205. auf Creta. S. **Höhlen.** V. 422. in Aegypten. 424.
Lachter. Preussisches und sonstiges Mass. VI. 1325.
Ladung. elektrische. III. 315. der Geschütze. I. 705.
Ladungselektrometer. III. 648. 675. 679.
Ladungsflasche. S. **Flasche.** IV. 354.
Ladungssäule, elektrische. VIII. 87. S. **Säule.**
Lähmungen. durch Elektricität geheilt. III. 403.
Länge, geographische. I. 214. VI. 1. erste Bestimmung durch STR III. 843. erster Meridian nach PTOLEMAEUS und den späteren stimmungen. VI. 1—4. Messung derselben. 5. Preisaufgaben über. 6. durch tragbare Uhren. 7. durch Mondfinsternisse. Verfinsterungen der Jupitersmonde. 9. IX. 1057. 1763. durch

Digitized by Google

liche Signale. VI. 11. zerplatzende Bomben. 12. Pulversignale. 13. erforderliche Zeitbestimmung. 15. durch sonstige Verfinsterungen. 18. durch Mondculminationen. 20. Mondhöhen. 25. und Monddistanzen. 26. Berechnung der letzteren. 31. durch Chronometer. 34[1].
inge, magnetische, VI. 1045. 1066. 1113.
ingenerstreckung der Gänge. III. 1103.
ängengrade der Erde. III. 935. und deren Messung. 876.
ingenparallaxe. VII. 290.
ingenuhr. S. **Chronometer.** II. 100. VI. 7.
iufe der Geschütze; gezogene. I. 725.
iger der Fossilien. III. 1103.
impe. VI. 38. zum Beleuchten. 39. X. 319. mit selbstregulirenden Oelbehältern. VI. 40. Dochte. 48. nach ALSTRÖMER und ARGAND. 49. sogenannte ewige Lampen. 50. Studirlampen. 51. Argand'sche mit doppeltem Zuge. 52. Liverpool-Lampen. 54. RUMFORD's Lampen. 56. Astrallampen. 58. Reverberen. 60. monochromatische. 62. X. 315. 2444. Sicherungslampen. VI. 62. X. 290. 296. deren Anwendung in Schiesspulverlaboratorien. VI. 70. Zündlampen, elektrische. 75. Elektrophore derselben. 82. DÖBEREINER's mit Platinschwamm. 86. Lampen zum Erhitzen. 90. BERZELIUS'sche Weingeistlampe. 92. MARCET's Lampe. S. **Gebläse.** IV. 1158. CARCEL's Lampe. VI. 12. des CARDANUS. X. 319. Gasnachtlampe. IV. 1121. X. 320.

Zus. JOHN HERSCHEL hat aufgefunden, dass die Helligkeit der Flamme gewöhnlicher Argand'scher Lampen mit gläsernen Schornsteinen ihr Maximum erreicht, wenn die untere Oeffnung des Schornsteins nicht mit dem unteren Theile der Flamme in der nämlichen horizontalen Ebene liegt, sondern bis zur erforderlichen Höhe empor gehoben ist, die man durch Probiren bestimmen muss.

Neuerdings hat BENKLER und nach ihm NOVODNY ein Mittel aufgefunden, die Leuchtkraft der Flammen noch mehr, als dieses bei den Liverpooler Lampen der Fall ist, zu verstärken. Bei einer Argand'schen Lampe mit doppeltem Luftzuge wird der obere Theil des den Docht enthaltenden Cylinders etwa ,5 Zoll lang mit einer durchbrochenen Trommel von Messingblech umgeben, die oben mit einer Platte etwas unter der Mitte der Flamme bedeckt ist, auf welcher ein 6 bis 10 Zoll hoher gläserner Cylinder ruht. Die Flamme steigt durch ein etwa ,5 Zoll im Durchmesser haltendes Loch in der Platte empor,

---

1 Eine Tabelle der Längen und Breiten befindet sich am Ende des Bandes.

Digitized by Google

und die Hitze dieser, verbunden mit dem starken Luftzuge Schornstein, bewirkt ein stärkeres Weissglühen des Kohlens und dadurch vermehrte Helligkeit. Einfacher und besser w dieser Zweck erreicht, wenn man mit Weglassung der me nen Umgebung die den Docht enthaltende Röhre etwa Zoll hoch mit einem weiteren gläsernen Schornsteine um diesen in der mittleren Höhe der Flamme merklich veren und von da an wieder erweitert, bis er etwa 8 Zoll Höhe reicht. Die ohne diesen Schornstein trübe und russig bren Flamme erhält hierdurch eine ausnehmende Weisse und Le kraft. Manche hegen den falschen Wahn, dass hierdurch Verbrauch des Oels absolut vermindert werde, allein dies unmöglich, weil die grössere Lichtstärke einer Flamme grösserer Oelconsumtion unzertrennlich ist; ein relativer theil aber wird dadurch allerdings erzielt, sofern eine helle Flamme gewöhnlicher Art mehr Oel erfordern würde. Au dem kann mit solchen Lampen aus schlechtem, sonst nur trübe Flamme gebendem, Oele eine völlig weisse und Flamme erhalten werden.

Lampengebläse. S. **Gebläse.** IV. 1151.
Lampenmikroskop. S. **Mikroskop.** VI. 2193. 2254.
Lampensäure. VI. 74.
Lamprotometer. S. **Photometer.**
Landcharte. VI. 96. Darstellung einzelner Länder. 97. vo kugeln nach der stereographischen Projection. 103. nach der graphischen. 104. Seecharten oder Plancharten. 107. Geschi 109.
Landenge von Panama. deren Nivellirung. S. **Meer.** VI
Landhose. S. **Wettersäule.** X. 1635.
Landrauch. Höhrauch. S. **Nebel.** VII. 38.
Landwasserhose. S. **Wettersäule.** X. 1635.
Landwinde. S. **Wind.** X. 1901.

Zus. **Lanthan** (von λανθάνω ich verberge, weil lange verborgen blieb), ein kürzlich durch Mosander entd Metall, dessen Eigenschaften und Verbindungen noch nicht nügend aufgefunden worden sind. Dasselbe findet sich als mit Ceroxyd in geringer Menge verbunden und zwar ist Ceroxyd aus drei Bestandtheilen zusammengesetzt, indem ausser Lanthanoxyd noch einen einfachen Körper, Didym D i d y m i u m, enthält. Reines Ceroxyd ist schön blass-ci nengelb, Lanthanoxyd farblos, Didymoxyd ist dunkelbraun

ärbt daher den zusammengesetzten Körper. Die Salze des Didyms sind rosenroth, die des reinen Ceroxyduls und Lanthanoxyds farblos, es gelang aber bisher nicht, sie ganz rein darzustellen.

pilli. Vulcanisches Product. IX. 2264.
st oder Schiffslast. Preussisches Mass. VI. 1328.
sten. zu bewegende. I. 925.
teralexplosion. des Blitzes. I. 647.
tomien. S. **Höhlen.** V. 423.
ufring. bei Windmühlen. X. 2221.
va. Vulcanisches Product. III. 1100. IX. 2265.

Zus. **Lawinen.** Man unterscheidet im Allgemeinen *Winter- und Frühlings-Lawinen.* Die ersteren bestehen aus lockerem Schnee, welcher im Winter auf den älteren, mit einer harten glatten Kruste überzogenen, herabfällt. Wird ein Theil desselben durch den Wind in Bewegung gesetzt oder ist die ihn unterstützende Fläche sehr steil, so rollt er gleitet er in die Thäler herab und bildet die sogenannten Staub- oder Winter-Lawinen. Die kleineren dieser t sind nicht gefährlich; ist aber die Masse des gefallenen Schnees sehr gross, so verschütten sie die einzelnen Häuser in den Thälern, drücken sie zusammen und tödten durch das Einbrechen der Häuser und ihre unglaubliche Masse Menschen und Thiere. Eine eigne Gefahr bringt ausserdem der durch die Lawinen erzeugte Wind, denn da die herabfallende Schneemasse mit beschleunigter Geschwindigkeit fällt, so ertheilt sie der unter ihr befindlichen Luft eine ihr nahe gleiche Geschwindigkeit, die bei grosser Höhe leicht orkanähnlich werden und Häuser umstürzen kann[1]. Die der zweiten Art, die sogenannten Frühlings-Lawinen, kommen auf sehr hohen Bergen, als Montblanc, Velans, Rosa, Bernhard u. s. w., auch mitten im Sommer vor, weil dort um diese Zeit die nämlichen Ursachen wirksam sind, als auf den niedrigern Bergen im Frühling. Wenn nämlich partiell ein Theil Schnee wegschmilzt, welcher den Massen als Stützpunct diente, so fangen die letzteren herabzurollen, nehmen Schnee und Eis mit sich fort, ballen allmälig zu einer grossen, meistens sehr festen Masse zusammen und stürzen in die Thäler, wo sie durch ihre Last Häuser zerdrücken, verschieben und vergraben und insbe-

[1] Vergl. Gilbert Ann. Bd. LIV. S. 187.

sondere die Bergflüsse zudämmen, so dass durch deren schwellen grosse Thäler in tiefe Seen verwandelt werden. Ae liche Verheerungen verursachen herabstürzende Gletscherma (vergl. Bd. IV. S. 1308). Dabei muss man aber berücksic gen, dass auf den höchsten Berggipfeln selbst im Sommer tiefer Schnee fällt, aus welchem Lawinen entstehen und he fallen können.

In der Schweiz unterscheidet man viererlei Arten Lawi 1) Staublawinen, welche nach KASTHOFER nie Steine herabbringen, weil sie über der harten Kruste der unt Schneeschicht staubartig als lockerer Schnee herabro 2) Grundlawinen, von minder steilen Bergen, wenn Frühling herabfliessendes Wasser die untere Lage des Sch wegschmelzt und die obere, gleichfalls zusammengefro Schneemasse herabstürzt. Diese bringen viele Steine mit h sind aber minder gefährlich, weil sie in der Regel aus g geren Höhen kommen, in welchem Falle sie nicht zerstäu wohl aber wenn sie aus grossen Höhen herabfallen. 3) G scherlawinen, wenn ein Theil eines fortgeschobenen Gletsc abbricht und herabfällt. Aus geringeren Höhen herabkom sind sie nicht gefährlich, wohl aber aus grösseren, in welc Falle sie entsetzliche Verheerungen anrichten, wovon im W (Bd. IV. S. 1308) die Rede war. 4) Suoggilawi Diese haben ihren Namen von Suoggen, so viel als lang herabgleiten, wenn eine Eismasse sich langsam fortschiebt ihr unterer Theil seine Unterstützung verliert und herabst Aehnliche Arten kommen in allen mit hohen Bergen versch Ländern unter mittleren und hohen Breiten vor, so namen im Kaukasus. Im Jahre 1766 fiel eine Lawine in den T und sperrte ihn, so dass das Wasser zu 258 engl. Fuss stieg. Eine im Jahre 1817 herabfallende bedeckte einen von 4 engl. Quadratmeilen mit Schnee, welcher an den sten Stellen 168 Fuss Tiefe hatte und den Terek sperrte, sen nachher hervorbrechende Fluthen alles verheerten[1].

Leakle. Flutherscheinung bei Flüssen. III. 61.

Lebenskraft oder Lebensprincip. VI. 111. Wesen des Lebe Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern ihre Aeusserungen. 117. ob es nur eine einzige allgemeine 119. bewirkt Verbindungen und weit mehr Zersetzungen. IX.

---

1 Ker Porter's Reisen u. s. w. Weim. 1823. S. 172.

Digitized by Google

ebensluft. S. **Sauerstoffgas.** VIII. 176.
eere. leerer Raum. VI. 123. Unterschied des vacuum mundanum, extramundanum und absolutum. 125. disseminatum, coacervatum. 126. Abscheu am leeren Raum. 127. NEWTON'S Gründe für den leeren Raum. 129. Guericke'scher und Leidener. 130. und Verhalten der Elektricität in demselben. III. 289—297. Torricelli'scher. I. 763. VI. 133. 619. Boyle'scher. III. 289. VI. 529. 619. Vergl. **Porosität.** VII. 876.
egirungen. metallische, Gesetze ihrer Ausdehnung. X. 897.
ehm. *Gebirgsart.* III. 1093.
eidenfrost's Versuch. X. 486. 880. Erklärung desselben. 1047.

Zus. A. H. EMSMANN füllt Glaskugeln an nicht zu engen Thermometerröhren mit irgend einer Flüssigkeit, und wenn diese dann ausgetrieben ist, so fallen Tropfen aus den in der Röhre condensirten Dämpfen auf das heisse Glas und zeigen die Erscheinungen des Leidenfrost'schen Versuchs. Wurde mit der Röhre eine herabgebogene und pneumatisch abgesperrte verbunden, so zeigte sich nie eine Spur von Zersetzung[1]. Sehr wichtig ist aber das Resultat, welches POGGENDORFF übereinstimmend aus vielfach modificirten Versuchen erhielt, dass nämlich nach Leidenfrost'scher Methode gebildete Tropfen verdünnter Schwefelsäure den elektrischen Strom nicht leiten, was gegen eine eigentliche Berührung derselben mit der Metallfläche zeugt[2]. Dieses Resultat ist durch die Autorität des Experimentators verbürgt; wenn aber PERSON[3] behauptet, man könne zwischen dem Tropfen und der Fläche durchsehen, so streitet dieses gegen meine eigenen, durch Andere bestätigten Erfahrungen (Bd. X. S. 490). Was übrigens PERSON theils als eigene Erfahrungen, theils als Formeln beibringt, muss ich auf sich beruhen lassen, ausser die Bestätigung des bereits anderweitig Beobachteten, dass die Verdampfung mit der Hitze beschleunigt wird. Ausser den bereits (Bd. X. S. 484) erwähnten hat BOUTIGNY[4] noch eine grosse Zahl verschiedener Versuche angegeben und ist überhaupt in diesen speciellen Experimenten zu einem hohen Grade von Fertigkeit gelangt. Es verdient hiervon erwähnt zu werden, dass er die Hitze der Tropfen auf 96°,5 C. als constant setzt. Unter andern befand

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 444.
2 Ebend. Bd. LII. S. 539.
3 Compt. rend. T. XV. p. 492. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 292.
4 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. Tom. XI. p. 16.

Digitized by Google

sich ein runder Wassertropfen in einem Gefässe; er hielt ihn ohne Berührung ein Thermometer, welches bis 30 graduirt war, allein die grössere Ausdehnung des Quecbers machte die Kugel platzen. Ein anderes Thermo stieg bis 200⁰ und sank nach Berührung des Tropfens so auf 96⁰,5. Aus einem verschlossenen Gefässe warf der D des siedenden Wassers den Kork nur dreimal heraus und war das Wasser verschwunden, hatte es aber vorher die stalt eines runden Tropfens angenommen, so flog der zwölfmal und noch öfter hinaus. Selbst Eis in die glü Schale geworfen nimmt die sphäroidale Gestalt an, und man den Tropfen ausgiesst, kann sich noch ein Stück darin befinden. Wasser aus 70 Meter Höhe durch küns Vorrichtung im Panteon herabfallend nahm diese Gestal ohne das Gefäss zu benetzen. Giest man siedendes W schnell in einen glühenden Platinbecher, so hört das S sofort auf, es bildet sich zur Kugel und sinkt bis 96⁰,5 peratur hinab. Leicht verdampfende Flüssigkeiten, als geist, Aether und sogar schweflige Säure, vermag Boutig gleiche Weise zu behandeln, indem auch diese die sph sche Gestalt annehmen. Am meisten überraschend ist, w schweflige Säure in einen glühenden Platinbecher gies dann Wasser zusetzt, indem dann letzteres durch die Ve pfung der ersteren gefriert und sich als Eis aus dem g den Becher ausschütten lässt. Der Versuch ist leicht höchst überraschend; man muss aber gestehen, dass die W hierbei sich auf eine räthselhafte Weise zeigt.

Leimsüss. IX. 1717.
Leinenfäden absorbiren Gas. I. 108.
Leiter. elektrisch leuchtender Henley's. VI. 132.
Leiter. Conductoren der Elektrisirmaschinen. III. 237. 238. Conductor. 280. der Cylindermaschinen. 427. der Scheibenma- 438.
Leiter. feuchte der Volta'schen Säule. III. 492. ihre Wirksamke Volta. IV. 788. nach der chemischen Theorie. 794.
Leiter der dynamischen Elektricität oder Rheophore. III. 495. selseitiger Einfluss auf einander. 582. Einfluss auf indifferente 592. allgemeine Untersuchungen. VI. 133. Geschichtliches. 134 ter und Nichtleiter. 136. Metalle werden durch Reibung ele 140. Grade der Leitungs- und Isolirungsfähigkeit. 142. Einfl Länge und Dicke. 144. Becquerel's Gesetz der Leitungsfä der Metalle. 147. Barlow's. 148. Ohm's und Pouillet's Be

gen. 149. Leitung nicht metallischer Körper. 150. Einfluss der Temperatur. 151. Reihenfolge der verschiedenen Leiter. 1192. 1195. Metalle. 155. RITTER's Gesetz. 160. CHILDREN's Resultate. 162. DAVY's. 164—167. BECQUEREL's. 167. OHM's und POUILLET's. 168. Erze. 169. Kohle. 171. feuchte und flüssige Körper. 172. thierische und vegetabilische. 179. luftleerer Raum und Flamme. 180. Nichtleiter oder Isolatoren, als Glas. 185. nicht metallische brennbare einfache Körper. 187. Oxyde und Salze. 188. Steine, brennbare Mineralien, Harze. 189. fette Oele, halbfeste thierische Theile, thierische Fette. 190. Gase. 191. Halbleiter. 193. unipolare und bipolare. 194. Einwendungen der italienischen Physiker. 200. und PECHTL's. 204. Verhalten des Glühlämpchens. 209. theoretische Betrachtungen. 215.

Zus. Nach zahlreichen Versuchen von W. HEINTZ wird das nicht bloss durch Reiben mit Schmirgel, sondern auch durch die Einwirkung der Flamme und Eintauchen in starke Säuren, vermuthlich in Folge eines nicht wahrnehmbaren dünnen Ueberzuges, so disponirt, dass es mit Tuch oder Metallen gerieben negative Elektricität zeigt, bis seine Oberfläche durch anhaltendes Reiben wieder in den gewöhnlichen Zustand versetzt worden ist. Einige Mineralien, als Bergkrystall, Kalkspath, Gyps und Schwerspath, theilen diese Eigenschaft [1].

Das elektrische Leitungsvermögen der Flamme kannte man bereits in den frühesten Zeiten, insbesondere aber wurde dasselbe von A. VOLTA in seinen meteorologischen Briefen ausführlich untersucht. Die Thatsache ist allgemein bekannt und man bedient sich daher, um einen gegebenen elektrisirten Körper von aller Elektricität zu befreien, des Mittels, dass man ihn durch eine Weingeistflamme zieht oder ihn, wie man sagt, mit der Flamme bestreicht. Weniger war man über die eigentliche wirksame Ursache einig, die man meistens entweder in dem aufsteigenden Rauche oder in der gleichzeitig erzeugten Verdünnung suchte. Eine vollständige Untersuchung der Sache hat neuerdings P. RIESS [2] mitgetheilt. Hierin stellt er zuerst die früheren Erfahrungen und die versuchten Erklärungsarten zusammen und berichtet dann die Resultate seiner eigenen Versuche. Hieraus geht hervor, das der aufsteigende Dampf durch dass Eindringen der äusseren Luft sich in zunehmend feinere Spitzen verwandelt, die dann die bekannten lei-

[1] Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 305.
[2] Ebendas. Bd. LXI. S. 543.

tenden Wirkungen äussern. Körper, die ohne Dampfbild verglimmen, wie z. B. Kohlen, bilden eine rauhe, mit fei Spitzen versehene Oberfläche, und erhalten durch diese Leitungsvermögen, die Flamme des massiven Schwefels welcher vor dem Verbrennen erst flüssig wird und daher k Spitzen erhält, ist aus eben dieser Ursache nicht leitend. Davy'schen Glühlämpchen dagegen bilden eine solche M Dampf, dass sie dadurch leitend werden; eine Kerzenfla wirkt durch die Dampfspitzen, nach dem Ausblasen der Dampf noch einige Zeit, der glimmende Docht aber nichtleitend, bis sich an ihm Kohlenspitzen bilden, die wieder leitend wirken. Stört man die Bildung der Dampfsp der Flammen durch eine sie umgebende Röhre, so vermin sich ihre Leitungsfähigkeit.

Neuerdings hat man angefangen, die Wichtigkeit des OHM aufgestellten Gesetzes gebührend anzuerkennen und selbe bei allen elektrischen Untersuchungen zu Grunde gen oder mindestens zu berücksichtigen. Hierzu haben Zweifel die Bemühungen POUILLET's viel beigetragen, mit jenem Gesetze unbekannt, durch eigene Untersuch gleichfalls zu demselben gelangte[1]. F. C. HENRICI hat d POUILLET gefundenen Formeln auf die von OHM gegeben rückgeführt[2].

Ausser diesen allgemeinen Bestimmungen bemühten sie Physiker anhaltend, die Gesetze der elektrischen Leitung was damit innig verbunden ist, des dieselbe hindernden standes genauer aufzufinden. Vor allen Andern gehör her die Versuche von LENZ, wodurch er den Einfluss der T peratur auf das Leitungsvermögen einiger Metalle best indem man bis dahin nicht weiter, als zu den Resultat DAVY's[3] gekommen war, wonach Platin durch Hitze an tungsvermögen abnimmt. Zur Erregung des elektrischen mes diente ihm eine magnetoelektrische Maschine, zum M der Stärke ein Galvanometer, der zu prüfende Draht

1 Eléments de Physique expérimentale et de Météorologie. 3 Par. 1837. 2 Voll. 8. T. I. p. 613. Vergl. Compt. rend. T. IV. Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 281.

2 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 277.

3 Phil. Trans. 1821. p. 431.

Digitized by Google

wurde auf eine Glasröhre gewickelt und, nachdem letztere herausgezogen war, auf eine Thermometerkugel geschoben, um mit dieser in ein Gefäss mit Oel gesenkt zu werden, welches zur Vermeidung der Dämpfe durch einen Deckel mit einem gebogenen Rohre versehen war, das in einen mit Eis umgebenen Glaskolben mündete; ein sehr empfehlenswerthes Mittel, um den unverträglichen Wirkungen des Oeldampfes zu entgehen. Vier Beobachtungen, zwei bei steigender und ebenso viele bei abnehmender Temperatur, gaben ein Resultat. Um die Leitungsfähigkeit der Metalle bei verschiedenen Temperaturen auf ein allgemeines Gesetz zurückzubringen, wählte Lenz den Ausdruck

$$\gamma_n = x + yn + zn^2,$$

worin γ_n die Leitungsfähigkeit bei der Temperatur von n Graden R., x die bei 0^0 und y, z zu bestimmende Coefficienten bezeichnen. Die Rechnung ergab:

Silber	$\gamma_n = 136{,}250 - 0{,}49838 \,.\, n + 0{,}00080378 \,.\, n^2$
Kupfer	$\gamma_n = 100{,}000 - 0{,}31368 \,.\, n + 0{,}00043679 \,.\, n^2$
Messing	$\gamma_n = 29{,}332 - 0{,}05168 \,.\, n + 0{,}00006132 \,.\, n^2$
Eisen	$\gamma_n = 17{,}741 - 0{,}08374 \,.\, n + 0{,}00015020 \,.\, n^2$
Platin	$\gamma_n = 14{,}163 - 0{,}03890 \,.\, n + 0{,}00006586 \,.\, n^2.$

Obgleich die Versuche nur bis 200^0 ausgedehnt wurden und daher die Formel auf höhere Temperaturen keine sichere Anwendung gestattet, so lässt sich doch aus allen das Minimum durch Differentiiren der Formel finden, wonach die Metalle dann wieder an Leitungsfähigkeit zunehmen müssten. Dieses Minimum liegt für

Silber	bei	$310^0{,}05$	und beträgt	59,00
Kupfer	—	359,00	— —	43,70
Messing	—	421,50	— —	18,46
Eisen	—	278,80	— —	6,01
Platin	—	295,30	— —	8,41.

Da die Temperatur der Leitungsdrähte meistens unbekannt ist, sofern sie sich im Strome erhitzen, so lässt sich ihr Leitungsvermögen ohne gleichzeitige thermometrische Messung nicht bestimmen [1]. Später dehnte Lenz diese Versuche auch auf Gold, Zinn und Blei aus, für welche er nach der obigen Bezeichnung folgende Werthe erhielt:

---

1 Mém. de l'Acad. des Sc. de St. Pet. 3me Sér. Sc. math. et T. II. p. 631. Poggendorff Ann. Bd. XXXIV. S. 418.

Gold . . $\gamma_n = 79{,}792 - 0{,}17028 \cdot n + 0{,}00024389\, n^2$
Zinn . . $\gamma_n = 30{,}837 - 0{,}12773 \cdot n + 0{,}00023733\, n^2$
Blei . . $\gamma_n = 14{,}620 - 0{,}06082 \cdot n + 0{,}00010758\, n^2$
und das Minimum:

Gold bei 349°,10, welches beträgt 50,06
Zinn — 269,20 — — 13,64
Blei — 278,80 — — 6,01.

Wird dann ferner die Leitungsfähigkeit dieser sämmtlich acht Metalle bei verschiedenen Temperaturen nach der Formel berechnet, so beträgt sie [1] für Grade nach Reaumur:

Metalle	0°	100°	200°
Silber	136,25	94,45	68,72
Kupfer	100,00	73,00	54,82
Gold	79,79	65,20	54,49
Zinn	30,84	20,44	14,78
Messing	29,33	24,78	21,45
Eisen	17,74	10,87	7,00
Blei	14,62	9,61	6,76
Platin	14,16	10,93	9,02

Es liessen sich hier die Untersuchungen über den Einfl der Wärme auf die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten reihen, wir wollen indess zuvor dasjenige erwähnen, was berühmte Reformator der ganzen Elektricitätslehre in Bezieh auf elektrische Leitung überhaupt geleistet hat. FARADAY zuerst zu seiner grossen Ueberraschung, dass das Eis ein Ne leiter sey, was übrigens auf dem Continente wohl in allen gr ren Handbüchern steht (vergl. Bd. III. S. 125). Indess der rege Forscher bei dieser isolirten Thatsache nicht st sondern dehnte seine Untersuchungen über eine grosse M anderer Körper aus, die er im Zustande der Flüssigkeit le fand, obwohl sie im Zustande der Festigkeit isoliren, wie auch H. DAVY [2] gefunden hatte, dass Salpeter, Aetzkali Aetznatron im geschmolzenen Zustande den galvanischen S leiten. Diejenigen Körper, welche FARADAY leitend fand, dem er sie auf Glas liegend oder in grünen gläsernen R

1 Ebend. und Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 105.
2 Journ. of the Roy. Inst. 1802. p. 52.

Digitized by Google

durch Hitze flüssig gemacht oder auf einem kleinen Platinringe durch die Gebläseflamme geschmolzen hatte, sind folgende: Chlorblei, Chlorsilber, Chlornatrium, schwefelsaures Natron, Chloriod und sonstige Chlorverbindungen und Iodverbindungen, Fluorkalium, Cyankalium, Schwefelcyankalium, salpetersaures Kali, Natron, Baryt, Strontian, Blei-, Kupfer- und Silber-Oxyd, schwefelsaures Blei, schwefelsaures Quecksilberoxydul, phosphorsaures Kali, Blei- und Kupfer-Oxyd, glasige Phosphorsäure, phosphorsaurer Kalk, Borax, boraxaures Bleioxyd, boraxaures Zinnoxyd, einfach und doppelt chromsaures Kali, chromsaures Bleioxyd, essigsaures Kali, Schwefelantimon, Schwefelkalium, kieselsaures Kali. Einige Körper, z. B. boraxsaures Blei, leiten im erweichten Zustande nicht, wohl aber sehr gut, wenn sie durch grössere Hitze vollkommen flüssig geworden sind. Andere Körper dagegen werden durch den Flüssigkeitszustand nicht leitend, als Schwefel, Phosphor, Iodschwefel, Zinniodid, Operment, Realgar, Eisessig, künstlicher Campfer, Coffein, Zucker, Fettwachs, Stearin von Cacao-Oel, Wallrath, Campfer, Naphthalin, Harz, Sandarak, Schellack, Zinnchlorid, Arsenchlorür Arsenchlorürhydrat. Die Leitungsfähigkeit der flüssig gemachten Körper ist meistens sehr gross; beim Wasser am geringsten. Die Erörterung der Frage, ob diese Leitungsfähigkeit bloss durch die mögliche Verschiebbarkeit der Theile und die hieraus folgende Zersetzbarkeit bedingt wird, kann hier füglich übergangen werden, weil sich kein allgemeines Gesetz herausstellt, eben wie die Versuche mit Maschinenelektricität weil diese leicht eine solche Spannung erhält, dass ihr die besten Isolatoren nicht widerstehen und ihre Nichtleitung nur durch die bei ihnen stattfindende Vertheilung, wie beim Glase und Harze, oder durch idioelektrische Erscheinungen u. s. w. mit Sicherheit erkennbar ist[1]. Ebensowenig fest bestimmt und scharf begrenzt ist das, was FARADAY über Vertheilung und Leitung im Gegensatz von Isolirung sagt, wobei er sich auf einen Versuch von HARRIS[2] beruft, nach welchem die Elektricität durch einen dünnen Draht und den sehr luftverdünnten Raum in einer Glaskugel gleichzeitig und anscheinend gleich vollständig geleitet wurde[3].

1 Vierte Reihe. Poggendorff Ann. Bd. XXXI. S. 225.
2 Phil. Trans. 1834. p. 242.
3 Zwölfte Reihe. Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 34.

Digitized by Google

Schon vor längerer Zeit gewahrte De la Rive[1] den Einflu[ss] welchen die Erhitzung des Platins auf die Aufnahme oder Ab-gabe der Elektricität von ihm an Flüssigkeiten ausübt, später h[at] er die Erfahrung genauer beschrieben. In ein Gefäss mit verdün[n]ter Schwefelsäure oder Salpetersäure wurden zwei Streifen Pla[tin] getaucht, so dass der Strom einer schwachen Säule von ihn[en] durch die Flüssigkeit strömte, und zugleich war ein Galvano-meter in die Kette eingeschaltet, um die Stärke des Strom[s] zu messen. Beide Platinstreifen waren rechtwinklig umgebo-gen, so dass sich ihre horizontalen Enden durch untergesetz[te] Weingeistlampen bis zum Sieden der durch sie berührten Flüs-sigkeiten erhitzen liessen. Ohne diese Erhitzung betrug d[ie] Ablenkung der Nadel 12⁰, durch Erhitzung stieg diese ab[er] allmälig bis 30⁰, und diese Grösse blieb sich gleich, als d[ie] Lampe des positiven Pols ausgelöscht wurde; nachdem dies aber mit der des negativen geschehen war, obgleich die de[s] positiven blieb, sank die Ablenkung wieder auf 12⁰ herab. D[ie] Hitze des positiven Platinstreifens war ohne Einfluss auf d[ie] Leitung. Die Ursache, aus welcher bei flüssigen Körpern d[ie] Leitungsfähigkeit durch Wärme vermehrt, bei Metallen dage[gen] vermindert wird, kann nach De la Rive nicht im Flüssigkeits-zustande liegen, weil Quecksilber sich wie ein Metall verh[ält] und er glaubt daher, sie vielmehr in die leichtere Zerlegbark[eit] setzen zu müssen, die bei zusammengesetzten Körpern in d[er] Regel mit dem Leitungsvermögen vereint ist[2]. Faraday[3] fa[nd] die an den Platinelektroden wahrgenommene Erscheinung n[icht] vollständig bestätigt, obgleich die Erwärmung beider Elektro-den, und anscheinend vorzugsweise der negativen, die Leit[ung] verstärkten, Vorsselman de Heer aber zeigt durch eine Re[ihe] von Versuchen, dass die Ursache in einem hindernden Ueberz[ug] der negativen Elektrode liegt, die dadurch polarisch und so[fort] wieder besser leitend wird, wenn man diesen durch Erhitz[ung] bis zum Sieden oder durch Erschütterung fortschafft[4].

Zu dem, was über die relative Leitungsfähigkeit der M[e-]

---

1 Ann. Chim. et Phys. T. XXXIX. p. 304. Poggendorff A[nn.] Bd. XV. S. 107.

2 Bibl. univ. de Genève. 1837. Févr. T. VII. p. 388. Poggend. Ann. Bd. XLII. S. 99.

3 §. 1637—1639.

4 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 109.

Digitized by Google

talle gesagt ist, können die Resultate der Versuche von CHRISTIE[1] hinzugefügt werden, wobei er von der Voraussetzung ausging, dass bei gleichen Durchmessern der Drähte und bei gleichstarken Elektricitätsquellen für gleiche Ablenkungen der Galvanometernadel das Leitungsvermögen den Drahtlängen direct proportional sey. Hiernach fand er folgende Grössen: Kupfer 100; Silber 152,0; Gold 110,6; Zink 52,2; Zinn 25,3; Platin 24,5; Eisen 22,3; Blei 12,4. Bei den Bestimmungen von CUMMING[2] wird gleichfalls, wiewohl allgemein, das Leitungsvermögen des Kupfers = 100 angenommen, und hiernach erhielt er folgende Werthe: Silber 176,5; Gold 35,2; Zink 53; Zinn 23,9; Platin 21,6; Eisen 24,3; Blei 16,8. Wichtig ist hierbei das von DAVY, BECQUEREL, OHM und FECHNER gefundene, durch LENZ in Folge sehr genauer Versuche bestätigte Gesetz, wonach der Leitungswiderstand der Metalldrähte ihrer Länge direct und ihrem Querschnitte oder dem Quadrate ihres Durchmessers umgekehrt proportional ist, was dann bei der Anwendung des Ohm'schen Gesetzes vorzugsweise in Betrachtung kommt[3]. Dass RITCHIE hiermit nicht übereinstimmende Resultate erhalten hat, ist Folge der Mangelhaftigkeit seiner Versuche[4]. Vor den andern Bestimmungen von Wichtigkeit sind die Resultate über die relative Grösse des Leitungsvermögens der verschiedenen Metalle, welche RIESS[5] durch eine Reihe sehr genauer Versuche gefunden hat, die wir indess hier der Kürze wegen nur in tabellarischer Uebersicht mittheilen. Wird die Leitungsfähigkeit des Kupfers durch 100, der Leitungswiderstand des Platins durch 1 bezeichnet, so sind die übrigen Grössen:

	Leitungsfähigkeit	Leitungswiderstand
Silber	148,74	0,1043
Kupfer	100,00	0,1552
Gold	88,87	0,1746
Cadmium	38,35	0,4047
Messing	27,70	0,5602
Palladium	18,18	0,8535

1 Phil. Trans. 1833. P. I. p. 133.
2 S. ebend.
3 Mém. de l'Acad. de Pét. 3me Sér. T. III. Dove Repertorium. I. S. 326.
4 Phil. Trans. 1833. Poggendorff Ann. Bd. XXXII. S. 529.
5 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 19.

Digitized by Google

	Leitungsfähigkeit	Leitungswiderstand
Eisen . .	17,66	0,8789
Platin . .	15,52	1,000
Zinn . .	14,70	1,053
Nickel . .	13,15	1,180
Blei . . .	10,32	1,503
Neusilber .	8,86	1,752

De la Rive[1] will gefunden haben, dass mehrere verbund Metalle den magnetoelektrischen Strom besser leiten, als g che Längen jedes einzelnen Metalls, dass also zwischen tallen ein negativer Uebergangswiderstand stattfinde, wel daher mit der Zahl der Wechsel wachse; allein Poggend fand dieses bei seinen Versuchen nicht bestätigt, vielmehr fin hiernach beim Uebergange dieses Stromes von einem Metalle ein anderes weder ein positiver noch ein negativer Widers statt[2], ein Resultat, welches durch spätere Versuche von Hald bestätigt worden ist. Ebenderselbe fand, dass die Leitun fähigkeit der Drähte nicht verändert wird, wenn man sie w kürlich, z. B. schraubenförmig, biegt oder sie durch Hitze gelassen hat. Pulverförmige metallische Körper leiten dy namische Elektricität um so viel schlechter, je gröber sie was aus der geringeren Menge der Berührungspuncte fol soll, und Quecksilberdämpfe leiten sie gar nicht.

Zu den im Werke (Bd. VI. S. 169) bereits mitgethe Resultaten über die Leitungsfähigkeit sonstiger trockner S stanzen können noch diejenigen hinzugefügt werden, welch grosser Zahl durch Munck af Rosenschöld aufgefunde den sind, die aber, wie alle früheren, nur zu dem Bewei ren, dass die nämlichen Körper unter verschiedenen Modific tionen bald besser, bald schlechter leiten, weswegen es über sig scheint, mehr ins Einzelne einzugehen[4].

In Beziehung auf das Leitungsvermögen der Flüssigkei ist zu den Versuchen von Pfaff (Bd. VI. S. 175) hinzu setzen, dass diese später in etwas grösserem Umfange au

1 Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 172.

2 Ebend. Bd. LII. S. 541.

3 Recherches sur la puissance motrice et l'intensité des coura l'électricité dynamique. Lyon 1842. p. 11.

4 Poggendorff Ann. Bd. XXXIV. S. 460.

Digitized by Google

nem anderen Orte[1] bekannt gemacht worden sind. Die Grösse des Leitungsvermögens wurde unmittelbar durch den Abweichungswinkel bestimmt, bei welchem die Magnetnadel nach einigen Oscillationen zur Ruhe kam, und dieser betrug in der angegebenen Reihenfolge der gesättigten Flüssigkeiten bei Wasser im Minimum 0°,5 und bei verdünnter Salzsäure 50°. Da sie für Salmiaklösung 40° betrug und letztere 247416mal geringer ist als die des Stahls, so geht hieraus die schlechte Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten von selbst hervor. Inzwischen lassen sich die erhaltenen Bestimmungen nicht wohl als absolut genau betrachten, weil die bei den Versuchen gebrauchten Volta'schen Säulen an Stärke zu sehr wechseln.

Im genauesten Zusammenhange mit den Untersuchungen der Leitungsfähigkeit der Körper steht der Widerstand, welchen der elektrische Strom findet. Derselbe ist ein zwiefacher, zuerst der des Ueberganges (Bd. VIII. S. 32) und zweitens der der Leitung (Bd. IV. S. 667. 678. 812. 916. 972. Bd. VIII. S. 33). Der erstere wurde hauptsächlich durch Fechner evident nachgewiesen[2], woraus zugleich hervorgeht, dass De la Rive's Ansprüche auf diese ursprünglich von Ritter angeregte Entdeckung[3] unbegründet sind, und neuerdings ist dieses sehr überzeugend durch Lenz geschehen. Hierzu diente ihm ein magnetoelektrischer Strom, den man füglich als gleichbleibend stark betrachten kann, und zugleich folgende bequeme Vorrichtung. Auf dem Brete AB sind zwei Ständer C und D aufge- Fig. 31.
richtet, als Halter der in ihnen verschiebbaren Drähte FH und iG, an deren Enden die Bleche L und P befestigt sind, die das mit der gewählten Flüssigkeit gefüllte Glasgefäss ab ...chen, während die andern Enden durch das Quecksilber in ...n Schälchen M und N die Verbindung mit den beiden Polardrähten der Säule herstellen. Werden ohne eine Flüssigkeit ...n Gefässe ab die beiden jedenfalls gleich grossen Platten L und P, zuerst aus Platin, dann aus Kupfer, mit einander zur Berührung gebracht, so zeigt die in beiden Fällen gleiche Abweichung der Galvanometernadel, dass für so grosse Flächen der Unterschied der Leitungsfähigkeit beider Metalle unmerk-

1 Schweigger's Journ. Bd. LV. S. 258.
2 Dessen Repertorium Bd. I. S. 414.
3 Bibl. univ. T. XXX. p. 210. Ann. Chim. et Ph. T. LXXV. 42.

Digitized by Google

bar ist und also der bei vorhandener Flüssigkeit zum Vorsch
kommende einem ungleichen Uebergangswiderstande zuzuschr
ben sey. Giesst man nämlich in das Gefäss ab eine leiten
Flüssigkeit und nähert man die Platten, zuerst die von Platin, d
die von Kupfer, einander bis auf eine gemessene Entfern
z. B. 1 Zoll, so zeigt die Abweichung der Galvanometern
den ungleichen Uebergangswiderstand. LENZ erhielt für Plat
platten 9°, für Kupferplatten 47° Ausschlag.

Um aus solchen Versuchen bestimmte Grössen durch Re
nung zu finden, darf man nur die nämlichen Platten in versch
dene Entfernungen von einander bringen. Sind diese Ent
nungen d′ und d″, die halben Ausschlagwinkel der Multipli
tornadel α, α', α'' bei der Berührung und in den Entfernung
d′ und d″, heisst der Widerstand der festen Leiter 1, der d
Ueberganges λ und der der Flüssigkeit bei der Entfernung
endlich l, diesen Widerstand der Flüssigkeit nach FECHNER
Entfernung proportional gesetzt, so erhält man

$$l = \frac{2\sin.\alpha.\cos.\frac{1}{2}(\alpha'+\alpha'').\sin.\frac{1}{2}(\alpha'-\alpha'')}{(d''-d')\sin.\alpha'.\sin.\alpha''},$$

$$\lambda = \frac{\sin.\alpha}{\sin.\alpha'} - 1 - d'l.$$

Der Uebergangswiderstand von Platin in verdünnte Salzs
zeigte sich etwa zwanzigmal so gross, als der von Kupfer
dieselbe Säure; doch verändert sich der Widerstand währ
des Eingetauchtseyns der Platten, ein Hinderniss, welches L
nicht ganz zu beseitigen vermochte. Eine andere Rei
Versuchen zeigte die Ungleichheit des Widerstandes bei Kup
und verschiedenen Säuren. Enthielt das Wasser

2 pC. Salzsäure,	so betrug der Widerstand	90093
4 —	— — — — —	51848
6 —	— — — — —	26627

woraus die wichtige Folgerung hervorgeht, dass chemisch st
ker wirkende Säuren zwar die Stärke des Stromes vermeh
aber nicht in Folge dieser chemischen Wirksamkeit, sond
des so bedeutend verminderten Widerstandes.

Die gediegenste Untersuchung ist dem Probleme des Ueb
gangswiderstandes durch POGGENDORFF[1] zu Theil gewor
wobei zugleich noch andere hiermit connexe Fragen zur Er

1 Dessen Ann. Bd. LII. S. 497.

Digitized by Google

rung kommen. Schon früher[1] hatte derselbe das Verhalten r Zink-Eisenkette aus der Kleinheit des Uebergangswiderandes erklärt, und es erregte daher sein lebhaftes Interesse, s Vorsselman de Heer[2] die Wirkungen einer Zwischenplatte n der Polarisation derselben allein ableitete und dadurch den iderstand überhaupt in Abrede stellte, wobei er sich vorzüglich f Versuche von De la Rive in dessen Abhandlung über die rschiedenheit der durch Magnetismus erzeugten von der übrin Elektricität stützte[3], die eben aus einem Mangel dieses bergangswiderstandes hervorgehen sollte. Bei Poggendorff's rsuchen wurde, eben wie bei denen von De la Rive, der ktrische Strom durch eine Saxton'sche Maschine hervorgeicht, wonach also die Richtung desselben stets wechselte; m Messen desselben diente ein Luftthermometer mit einem nen Drahte, bei welchem die erzeugte Erwärmung durch die sdehnung der Luft, wie beim Kinnersley'schen, messbar war, n Uebergangswiderstand aber erzeugten Platten verschiedener f, die sich bequem zwischen die beiden Leiter bringen liessen. gen vielfacher Anwendbarkeit verdienen folgende zwei Apate eine nähere Beachtung. Der eine ist ein Kasten von Fig. 32. Z. Länge, 1 Z. Breite und 3,5 Z. Höhe, aus Bretern von Z. Dicke zusammengesetzt, die vorher mit schmelzendem Sielack überzogen und dann mit Schellackfirniss überstrichen worn waren. Zwischen beide Hälften A und A' liess sich die zu ifende Platte a a schieben, nachdem auf die sie berührenden der vorher ein Streifen Federharz gelegt war, und dann s sich mittelst der Schrauben der ganze Kasten wasserdicht chen. Der zweite besteht aus hölzernen Stäben d, d, d, d Fig. 33. quadratischem Querschnitt, die durch zwei Schrauben e, e mmengepresst werden. Die Figur zeigt ohne weitere Bereibung, wie die Bleche c, c, die mittelst der Schrauben f, f den Elektroden verbunden sind, zwischen den Stäben festen, und dass man dieselben ohne Mühe an Breite und Länge schieden einrichten, auch durch mehrere zwischengelegte cke d, d weiter von einander entfernen kann. Legt man

---

[1] Ebend. Bd. L. S. 256.

[2] Bullet. des Sc. phys. et natur. en Neerlande 1839. Livr. V. und Livr. II.

[3] Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 163 u. 407.

Digitized by Google

diese Vorrichtung auf den Kasten an der einen Seite, so gi
der Strom ohne Zwischenplatte durch die Flüssigkeit, legt n
ihn aber in die Mitte, so muss, ohne merkliche Veränder
der Dicke der zwischenliegenden Flüssigkeitsschicht, der St
auch die Zwischenplatte durchdringen, und wenn er sich d
geschwächt zeigt, so muss dieses von dem Uebergangswid
stande herrühren. Allerdings könnte man die Ursache di
Schwächung von einer Polarisation der Zwischenplatte ablei
was aber darin einen Gegengrund findet, dass die Platte n
mit den Elektroden zusammenhängt, und ausserdem zeigt
augenblicklich eintretende Schwächung des Stromes, dass
der Widerstand hiervon die Ursache seyn kann. Endlich
hörte zum Ganzen noch ein Widerstandsmesser, bestehend
einem hölzernen Brete, auf welchem parallel neben einander
fend zusammenhängende Neusilberdrähte ausgespannt waren,
denen grössere oder kleinere Längen in den Rheophor ei
schaltet wurden. Da der Widerstand dieses Drahtes bek
ist (s. oben **Leiter**), so liess sich stets eine solche L
desselben wählen, die dem Widerstande der Platte gleich
und hierdurch eine Messung des letzteren erhalten. Es
musste der Vergleichung wegen die Rotation des magnet
trischen Ankers stets die nämliche Geschwindigkeit haben,
sich auch ohne Uhrwerk leicht so weit erreichen liess,
zu jedem Versuche 15 Secunden mit 15 Wechseln des St
in jeder Secunde angewandt wurden. Die Versuche ze
ohne Ausnahme das Vorhandenseyn eines Uebergangswiderst

Ohne der Kürze halber die Versuche einzeln zu beschre
wird es genügen, nur die Hauptresultate mitzutheilen. Zu
hängt die Grösse des Widerstandes von der Natur des Me
und der Flüssigkeit ab; in gleicher Flüssigkeit ist er gr
bei Platin als bei Kupfer, und für letzteres grösser als
Eisen, in Kochsalzwasser grösser als in Schwefelsäure,
nimmt in letzterer mit der Concentration ab. Die Metallpl
müssen mit Sand gescheuert und so abgespült seyn, dass
Flüssigkeit sie überall vollständig benetzt, weil sich sonst
Widerstand vergrössert, welcher dagegen bei Kupfer vermi
wird, wenn man es an der Luft über der Weingeistlam
stark erhitzt, bis die anfangs entstehenden Farben versc
den. Ausserdem wird die Oberfläche der Zwischenplatten
den Strom selbst, insbesondere durch den bei jeder Umdr

wechselnden magnetoelektrischen, verändert, und erhält einen Ueberzug, welcher in der kürzesten Zeit sich bildet. Genaue deshalb angestellte Versuche ergaben, dass zwar der Widerstand vor dieser Veränderung schon vorhanden ist und also nicht lediglich von ihr herrührt, allein der Widerstand wird bei verschiedenen Platten und Flüssigkeiten hierdurch bedingt und hindert dann jede genaue Vergleichung. Hinsichtlich der Stärke des Stromes ergaben die Versuche, dass unter gleichen Bedingungen der Widerstand mit der Abnahme des Stromes wächst, und bei gleichem Flächeninhalte der durchleitenden Metallplatte im gleichen Verhältnisse. Wird dieser Flächeninhalt bei übrigens gleichen Bedingungen grösser, so nimmt der Widerstand ab, jedoch nicht im einfachen, sondern in einem kleineren *Verhältnisse*. Die Temperatur der Flüssigkeit endlich vermindert den Uebergangswiderstand.

Es wird nicht als überflüssig erscheinen, hier kurz zu bemerken, dass Schönbein[1] den Uebergangswiderstand zwischen Metallen *und* Flüssigkeiten (denn zwischen Metallen findet keiner statt) in Abrede stellt und die dahin gehörigen Erscheinungen *vielmehr* von einer Polarisation der Metalle ableitet, die er als Folge eines dünnen Ueberzugs betrachtet. Allerdings *zeigt* sich der Widerstand schon im ersten Augenblicke, allein die Polarisation kann ebenso schnell eintreten und demnach ist der Einwurf auf jeden Fall nicht wohl zu widerlegen. De la Rive sucht in einer ausführlichen Abhandlung[2] die in seiner früheren, oben bereits erwähnten, aufgestellten Sätze über die Eigenthümlichkeiten der discontinuirlichen Ströme (der stets wechselnden der magnetoelektrischen Maschinen) gegen die ihm von Lenz und Poggendorff gemachten Einwendungen zu vertheidigen. Da es indess wohl allgemein anerkannt ist, dass es keine zweierlei Arten von Elektricität giebt, so könnte der Unterschied bloss in dem steten Wechsel der Stromrichtung liegen. Obgleich De la Rive sich meistens auf seine früheren Versuche bezieht, so hat er doch namentlich über den Widerstand der Zwischenplatten, wovon hier die Rede ist, noch einige neue hinzugefügt. Dabei bediente

---

1 Bericht über die Verhandl. d. naturf. Ges. zu Basel. 1843. S. 53.
2 Aus d. Archives de l'Electricité in Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 477.

Digitized by Google

er sich statt des gewiss minder zweckmässigen Breguet's Metallthermometers eines Luftthermoskops, bestehend aus e in einer Glaskugel ausgespannten dünnen Platindrahte, d dessen Erwärmung die Luft ausgedehnt wurde und gefi Weingeist in einer mit der Kugel verbundenen herabhänge Thermometerröhre sank. Zur Erzeugung des elektri Stromes diente eine constante Batterie von 10 Elem und um den Unterschied des continuirlichen und des ab selnden Stromes zu ermitteln, wurde ein Commutator wandt, wogegen aber POGGENDORFF einwendet, dass be Anwendung dieses Apparats leicht Nebenumstände einw können. Auf diese Weise wurde gefunden, dass bei blos tallischer Leitung ein continuirlicher Strom stärker erwä wirkt, als ein wechselnder, bei eingeschalteten Flüssigl aber das Gegentheil stattfindet. Um den Einfluss der me nen Zwischenplatten zu prüfen, diente ein schmaler läng Glastrog mit 9 Th. Wasser und 1 Th. Schwefelsäur welche Flüssigkeit 1 bis 3 Wände von Platin, Kupfer, Kadmium, Zink und Blei zwischen die Elektroden von eingesenkt wurden. Bei den drei ersten Metallen bewi die eingeschalteten Platten auch für den wechselnden einen Unterschied, aber einen weit geringeren, als für de tinuirlichen; bei Kadmium war die Wirkung für den let gering, für den ersteren gar nicht vorhanden. Zink ga gen der Gasentwicklung und Blei wegen einer gebi Oxydschicht keine genügenden Resultate. Bei mit der Wassers verdünnter Salpetersäure traten die Erschei noch deutlicher hervor, aus denen dann gefolgert wird Metallscheiben von (verhältnissmässig) grossem Flächen in die Flüssigkeit gebracht, welche der wechselnde Strom strömt, keinen Widerstand leisten, wohl aber dann, wenn ser Strom ein continuirlicher ist. Von Letzterem lieg Ursache in einem auf den Metallflächen gebildeten Uebe welcher durch den wechselnden Strom beim Entstehen weggenommen wird.

Ohne über die obwaltende Streitfrage bestimmt entsc zu wollen, kann man sich bei der Prüfung der beiders Apparate, der erhaltenen Resultate, der Methoden und mentationen nicht wohl des Urtheils enthalten, dass in diesen Hinsichten das Uebergewicht auf der Seite der

sacher des Genfer Physikers liegt. Uebrigens verdient die Aufgabe allerdings einer neuen Versuchsreihe mit abgeänderten Bedingungen unterworfen zu werden.

Die zweite Art des Widerstandes, nämlich der Leitungswiderstand, fällt mit dem bereits erörterten Leitungsvermögen zusammen, insofern er diesem umgekehrt proportional ist. Als eine interessante Zugabe zu den hierüber mitgetheilten Untersuchungen können diejenigen betrachtet werden, welche Ptschelnikoff angestellt und Lenz bekannt gemacht hat[1]. Die Hauptresultate derselben sind folgende. Wenn der menschliche Körper in den Strom einer magnetoelektrischen Maschine dadurch eingeschaltet wurde, dass eine Person zwei entfernte Theile ihres Körpers in zwei Gefässe mit einer Flüssigkeit tauchte, in welche beide Enden der Spirale geleitet waren, so verminderte sich der Widerstand beim Eintauchen der ganzen Hand in Wasser mit 1 pC. Schwefelsäure gegen den beim Eintauchen eines Fingers fast um das Sechsfache. Ein bedeutend geringerer Widerstand zeigte sich für 4 pC. haltige Säure und in dem Falle, als eine kleine blutige Schramme sich an der Hand befand, ein stärkerer dagegen beim Eintauchen in Quecksilber, ohne Zweifel weil dieses geringere Berührung mit der Haut hat. Bei jungen Personen schien der Widerstand grösser zu seyn, als bei älteren, jedoch ohne ein unter allen Umständen constantes Verhältniss. Ging der Strom von der einen Hand zur andern, so war der Widerstand kaum verschieden von dem, welcher stattfand, wenn er von der Hand zum Fusse ging, dagegen zeigte er sich stärker zwischen der Brust und der rechten Hand, als zwischen der Brust und der linken. Wird dieser Widerstand auf den normalen von 1 Fuss 0,6 Mill. dicken Kupferdraht zurückgeführt, so betrug er beim Eintauchen der ganzen Hand in Wasser mit 1 pC. Säure 300010 Fuss, beim Eintauchen von 4 Fingern in Quecksilber 522460 Fuss, beim Anfassen der befeuchteten messingenen Handhaben des Clarke'schen Apparats 377950 Fuss. Mit der Reizbarkeit der Personen steht der Widerstand in keinem bleibenden Verhältniss, zugleich aber war die Empfindung heftiger an dem Theile, wo der Strom eintrat, als an dem entgegengesetzten.

---

[1] Bullet. de l'Acad. de St. Pétersb. T. X. p. 184. Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 429.

Digitized by Google

Eine der gediegensten Untersuchungen über den Widerst[and] der Metalle und der Flüssigkeiten gegen den elektrisch[en] Strom hat WHEATSTONE[1] mit ganz gleichen Apparaten, als d[ie] von JACOBI gebrauchten, angestellt und im Wesentlichen d[ie] nämlichen Resultate erhalten.

Ueber das starke Leitungsvermögen der Erde s. **Telegrap[h]**

Leiter des Magnetismus. VI. 680. der Wärme. X. 529. S. **Wärm[e]**

Leitungsfähigkeit der Körper für Wärme. X. 519.

Leitungswiderstand gegen elektrische Ströme. VIII. 32. **Leiter.**

Lemniscate. Quadratur derselben. IX. 2107. farbige. VII. 788.

Lesegläser. IV. 1407.

Leuchten lichtgebender Körper. S. **Licht.** VI. 221 ff. und **Lam[**pe.**] VI. 39. und **Flamme.** X. 306. 317. der Barometer. I. 9[..] der Elektricität im Vacuum. III. 289—297. des Meeres. VI. 171[.]

Libav's-Flüssigkeit. X. 2417.

Libelle. S. **Nivelliren.** VII. 94 und **Wasserwaage.** X. 1[..]

Libelle. v. YELIN's Elektrometer. III. 700.

Libration des Mondes. S. **Mond.** VI. 2387. 2389.

Licht. VI. 221. der Himmelskörper, namentlich der Sonne. 223. [..] Fixsterne. 224. des Mondes und der Planeten. 225. durch G[..] 227. durch Verbrennen und Chemismus. 229. der Flamme. 2[..] der Elektricität. 235. Phosphorescenz; durch Erwärmen, K[..] Phosphor. 236. bononischer Stein, CANTON's und BALDUIN's P[hos]phor. 239. sonstige Phosphoren. 240. Pyrosmaragd oder Ch[lo]phan. 242. Phosphorescenz durch Bestrahlung. 246. durch E[lek]tricität. 253. der Körper aus dem Thier- und Pflanzenreiche. 2[..] der Fische. 258. lebender Thiere. 261. des Meeres. 264. [..] krystallisirender Salze. 267. durch Compression der Gase. 2[..] Wassers. 271. und fester Körper. 272. optische Erscheinu[ngen des] Lichts. Geschwindigkeit. 279. IX. 1057. Erleuchtung durch [..] VI. 282. Zurückwerfung desselben. 285. Vergl. **Zurückwer[fung.]** X. 2439. 2450. 2457. Brechung desselben. VI. 289. V[ergl.] **Brechung.** I. 1127. farbige. VI. 292. Polarisation. 300. I[X.] 1[..] Vergl. **Polarisation.** VII. 694. und **Undulation.** IX. 1[..] 1517. chemische Wirkungen des Lichts. VI. 303. Emissionsth[eorie.] 309. angewandt auf Brechung. 312. Zurückstrahlung. 315. P[ola]risation. 325. Undulationstheorie. 334. Länge der farbigen L[icht]wellen. 348. POISSON's Theorie der Undulation. 360. PA[..] 368. Prüfung der Theorieen. 372.

Zus. Auf der Sternwarte zu Pulkowa hat STRUVE[2]

---

1 Phil. Trans. 1843. P. II. Ann. de Chim. et Phys. 3me T. X. p. 257.

2 Recueil des actes de la séance publ. de l'Acad. imp. des sc[..]

tekt des Meridiankreises von REPSOLD die Aberration der Fixsterne genau gemessen. Hieraus geht eine Geschwindigkeit des Lichts von 41519 geogr. Meilen in einer Secunde, mit einer Ungewissheit von 22 Meilen, hervor, und das Licht durchläuft hiernach den mittleren Halbmesser der Erdbahn in 8′ 17″, 8.

Als ARAGO[1] den durch WHEATSTONE sinnreich erfundenen Spiegelapparat kennen gelernt hatte, womit dieser Gelehrte die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes in vollkommenen Leitern mass (s. **Elektricität**, Geschwindigkeit der Fortpflanzung), so schlug er vor, diesen zu einem entscheidenden Versuche zu benutzen, um zu ermitteln, ob die Emanations- oder die Undulations-Hypothese des Lichts die richtige sey. Nach der ersten wird nämlich die Geschwindigkeit des Lichts beim Durchgange durch einen transparenten Körper vergrössert, nach der letzteren verringert. Liesse man also einen momentan, z. B. durch einen elektrischen Funken, entstehenden Lichtstrahl gleichzeitig durch eine lange Röhre mit Wasser und durch die freie Luft gegen den gedrehten Spiegel fallen, so müsste der Zeitunterschied der gespiegelten Bilder die Beschleunigung oder Verzögerung geben und hierdurch für die eine oder die andere Hypothese entscheiden. Mit Uebergehung der über dieses Problem gegebenen Berechnungen möge nur bemerkt werden, dass man bereits versucht hat, eine hierfür geeignete Maschine herzustellen, Versuche sind indess bisher noch nicht angestellt worden. Eine schätzenswerthe Darstellung der Lehre vom Lichte nach der Undulationstheorie hat KUNZEK[2] geliefert.

Ueber den erwähnten Lichtschein oder vielmehr die Lichtfunken, die sich beim Krystallisiren einiger Salze zeigen, hat ROSE[3] ausführliche Untersuchungen bekannt gemacht. Die Erscheinung ist keineswegs eine mit dem Krystallisationsprocesse stets verbundene, auch lässt sie sich, wenn man nicht genügende Uebung erlangt hat, nicht jederzeit selbst bei denjenigen Krystallen willkürlich hervorbringen, die sie am leichtesten zeigen; es ergiebt sich aber, dass sie nur dann eintritt,

———

Petersb. 1844. Die Abhandlung selbst ist in den Memoiren der ...thalten.

[1] Compt. rend. T. VII. p. 954. Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 28.

[2] Die Lehre vom Lichte. Lemberg 1836. 8.

[3] Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 443. 585.

Digitized by Google

wenn die Krystalle in andere übergehen. Zuerst gewahrte PICKEL[1] den Lichtschein beim schwefelsauren Kali, SCHÖNWALD[2] SCHILLER[3] und GIOBERT[4] beim Krystallisiren dieses nämlichen Salzes, und Letzterer konnte dabei keine Spur von Elektricität wahrnehmen, HERMANN[5] beim schwefelsauren Kobalt, BERZELIUS beim **Fluornatrium** und STIEREN[7] beim salpetersauren Strontian. ROSE gewahrte das Leuchten beim Krystallisiren der arsenigen Säure, des mit schwefelsaurem Natron gemengten schwefelsauren Kali, des chromsauren Kali und des mit schwefelsaurem Natron gemengten selensauren Kali.

Ueber das elektrische Licht, welches nur momentan, aber mit grosser Intensität leuchtet, hat A. MASSON[8] interessante Messungsversuche angestellt.

Licht. Aberration desselben. S. **Aberration.** I. 17. erwärmende Kraft des farbigen. IV. 77. chemische Kraft. 80. Licht der Windbüchsen. S. **Windbüchse.** X. 2135. aschfarbiges des Mondes. S. **Mond.** VI. 2400. VII. 87.

Zus. Ueber tithonisches und unsichtbares Licht s. **Daguerrebilder.** Drummond'sches. S. **Flamme.** Ueber chemischen Wirkungen des Lichts und über Phosphorescenz hat neuerdings EDMUND BECQUEREL eine Menge interessanter und wichtiger Versuche angestellt, die sehr Beachtung verdienen.

Licht. Kerze. Wärmeerzeugung durch brennende. S. **Heizung.** V.
Lichtbogen. elektrischer, zwischen Kohlenspitzen. III. 570. IV.

Zus. Nach DE LA RIVE[10] erhält man diesen Lichtbogen auch, wenn man statt der Kohlenspitzen Platinschwamm oder durch Wasserstoff reducirtes, in Glasröhren eingestampftes Kupfer nimmt; auch kann man diese lockeren Substanzen

---

1 Taschenbuch für Scheidekünstler. 1787. S. 55. Vergl. Schweigger's Journ. Bd. XL. S. 271.
2 Crells' chem. Ann. 1786. Bd. II. S. 50.
3 Taschenbuch für Scheidekünstler. 1791. S. 54.
4 Journ. de Phys. T. XXXVI. p. 256.
5 Jahrbuch für Chemie u. Physik. Bd. X. S. 75.
6 Jahresbericht. 1823. S. 44.
7 Pharmaceut. Centralblatt für 1836. S. 400.
8 Compt. rend. T. XVIII. p. 289. T. XIX. p. 325. Pogg. Ann. Bd. LXIII. S. 158.
9 BECQUEREL Traité de Physique etc. Par. 1844. T. II. p. 4
10 Archives de l'Electric. T. I. p. 262.

Digitized by Google

positiven und ein festes Metall, z. B. Platin, zum negativen Pole nehmen, nur müssen beide sich vorher berührt haben und dadurch erhitzt seyn. Am passlichsten für diesen Versuch sind Stücke gut gebrannter Coaks, die man zwischen eine dreispitzige metallische Klemme fasst.

htbrechung. durch das Prisma. I. 1149. bedingt durch die chemische Beschaffenheit der Körper. IX. 1946.
hteindruck. Dauer desselben. IV. 1456. Vergl. **Sehen.** VIII. 368.
htschein um den Kopf des Beobachters. S. **Glorie.** V. 439.
htscheue. IV. 1415.
htstärke der farbigen Strahlen. IV. 111. beim Fernrohre. 162. X. 196.
htstrahl. VI. 222. einfallender und gebrochener. I. 1128.
htträger. S. **Brennspiegel.** I. 1221. und **Phosphor.** II. 473.
htverlust. beim Durchgange des Lichts durch durchsichtige Körper. II. 702. IX. 196. durch die Atmosphäre. II. 706.
htwellen. Länge derselben. VI. 348. Vergl. **Undulation.** u. v. O.
ende, das. III. 1103.
pfund. Dänisches Gewicht. VI. 1341.
on. IX. 1703.
arperspective. VII. 424.
e. Aequator. S. **Aequator.** I. 213. geodätische. III. 939. …ische und isobarometrische. VI. 1938. 1969. isochromatische. … 789. 791. isodynamische. VI. 1060. 1086. 1135. 1139. isogeo…mische. IX. 335—342. isogonische. VI. 1049. 1086. 1088. iso…ische. 1050. 1058. 1086. 1113. 1117. isotherische. III. 1031. IX. … 449. isothermische. III. 1006. 1031. IX. 500. ohne Abweichung. I. 139. VI. 1026 ff. 1092. 1115. …vielzonige. I. 1209. Vergl. **Linsenglas.** VI. 377 ff.
nglas. VI. 377. verschiedene Arten. 378. Verhalten der Strahlen die nahe bei der Axe einfallen. 369. Brennweite. 382. Vereinigung mehrerer Linsen. 385. Einfluss der Dicke der Linsen. 389. …weichung wegen der Farbenzerstreuung. 391. 393. wegen der …gelgestalt. 392. 396. achromatische und aplanatische Doppellinsen. … dreifache Objective. 440. Linsengläser mit Flüssigkeiten. 442. …tische Fernröhre. 445. Geschichtliches. 446. Nachtrag s. **Teleskop.** IX. 139.
lität. Zustand des Tropfbar-flüssig-seyns. IV. 1015.
Französisches Flüssigkeitsmass. VI. 1267. 1269. 1272.
m, Lithion, Lithon. VI. 449.
graphischer Stein. III. 1090.
meter, Hare's. VI. 449.
… in Spanien und America. III. 1130. 1138.

Locomotive. deren Geschwindigkeit. X. 1140. S. **Geschwindigkeit.**
Löss. Gebirgsart. III. 1093.
Lösung. Auflösung. I. 522.
Löthrohr. S. **Gebläse.** IV. 1148. und **Wärme.** X. 287.

Zus. Für solche Personen, die des Athmens wegen nicht anhaltend blasen können, empfiehlt Danger[1] eine Thierblase, in welche man die Luft durch ein mit einem Kegelventil verschliessbares Rohr bläst und die dann durch 4 Schnüre mit anhängenden Gewichten comprimirt wird. Bei gleichbleibendem Druck strömt die Luft mit gleichbleibender Geschwindigkeit anhaltend aus dem Blasröhrchen.

Log. VI. 450. dient zur Schiffsrechnung. 450. Verbesserungen desselben. 454.
Logarithmentafeln. IX. 8.
Logistik. Rectification derselben. IX. 2100. Complanation. 2110.
Lohsteine, Lohkäse. Brennmaterial. deren Heizkraft. V. 1...
Longitudinalschwingungen. des Schalles. VII. 189. der Saiten. 198. der Stäbe. 202. expansibeler Flüssigkeiten. 268. Theorie derselben. IX. 1291.
Lorgnetten für Kurzsichtige. I. 1224.
Loth. Bleiloth, Senkel. VII. 305.
Loxodromie. loxodromische Linie oder Curve. VI. 108.
Lucide. Nach Parrot Bestandtheil der Elektricität. III. 373.
Luft. Druck derselben. I. 258. Mariotte'scher Apparat, ihn zu ... 259. Grösse des Luftdrucks nach Gren. 261. nach Bohnenberger. 262. gegen verschiedene Flächen. 262. Streit über den ...druck. 764. Luft befördert die Zerstreuung der Elektricität. ... atmosphärische, zum Unterschiede von den Gasen. IV. 10... specifisches Gewicht derselben. 1493. VI. 1200. und absolutes ... —1512. VI. 1199. Geschwindigkeit ihres Strömens. X. 1... phlogistisirte Luft. S. **Sauerstoffgas.** VIII. 176.

Zus. Neuerdings ist der Luftdruck nebst den darauf ...genden Anwendungen bestritten worden, und zwar neben dem Drucke des Wassers von F. v. Drieberg[2] und von Dr. ...[3] In der ersten Schrift wird der Druck des Wassers, mithin ...recht auch aller tropfbaren Flüssigkeiten mit Einschluss ...

1 Journ. de Pharm. 1829. Janv. p. 12.

2 Beweisführung, dass die Lehre der neuen Physiker vom Drucke des Wassers und der Luft falsch ist u. s. w. Tausend ... dem, der es vermag, des Verf. Beweise zu widerlegen. Berl. ... 3te Aufl. mit 2000 Ducaten Preis. Ebend. 1844.

3 Prüfung der Lehre vom Drucke der Luft u. s. w. Mainz 1...

Digitized by Google

Quecksilbers, und der Luft ganz in Abrede gestellt, und der Grund der hiervon abgeleiteten Erscheinungen der Hauptsache nach in einem Abscheu der Natur gegen die gehäufte Leere gefunden. Der ausgesetzte Preis würde leicht zu gewinnen seyn, wenn der Verfasser nur die Competenz der Physiker anerkennen wollte, allein er erklärt sie alle für unwissend und umpfsinnig, wenn sie nicht seine Ansicht theilen, was bei den ertheidigern solcher naturwidriger paradoxer Sätze allezeit der all ist. Allerdings sind die Gesetze des Drucks der Flüssigeiten zuerst aus den Erscheinungen entnommen und dann eiter entwickelt; wären aber die physikalisch-mathematischen issenschaften damals schon auf ihrem jetzigen Standpuncte wesen, so bedurfte es deren nicht, weil sich alle jene Erheinungen und Gesetze aus dem einfachen Axiom der Schwere d des Gewichts aller Materie mit mathematischer Schärfe abten lassen. Lege ich nämlich ein gewisses Volumen, es sey ses ein Würfel, irgend einer schweren Flüssigkeit auf eine agschale, so muss es hiergegen drücken, und lege ich noch 2; 3..n andere Würfel reihefolgend auf den ersten u. s. w., muss der Druck zum 2; 3...n + 1fachen werden. Dass n der 1ste, 2te....nte, mit Rücksicht auf seine Zusammenückbarkeit, die über ihm befindlichen tragen müsse, also von ten nach oben einen dem Drucke aller höheren Würfel proortionalen Widerstand ausübe, folgt aus dem Princip der Undringlichkeit der Materie. Nimmt man endlich das leicht chweisbare Gewicht aller Flüssigkeiten, auch der schweren ercibeln, hinzu, sofern wirklichen Messungen gemäss ein rer Ballon weniger wiegt, als ein mit irgend einer dieser üssigkeiten gefüllter, so hat man ein Princip, woraus alle rostatischen und aërostatischen Erscheinungen als nothwenfolgend abgeleitet werden können. Klee substituirt, statt Luftdrucks, eine Anziehung der die Luft einschliessenden andungen. Ob eine solche wirklich existire, kann nur durch fahrung nachgewiesen werden, und hierauf eben beruft er h; allein schulgerecht müsste er bei den gegebenen Erscheingen erst die Wirkungen feststellen, die aus den oben angebenen Principien nothwendig folgen, und wozu diese nicht reichen, das könnte von irgend einer andern Ursache, also h der Anziehung, abgeleitet werden, wie dieses wirklich, nentlich für die Phänomene der Capillarität, geschieht. Ver-

Digitized by Google

führen die Gegner auf diese Weise, berechneten sie die noth-wendig vorhandenen Grössen, so würden sie sich bald überzeu-gen, dass die Physiker in diesem rein physikalisch-mathemati-schen Gebiete nicht im Irrthume sind. Auf weitere Argumen-tationen einzugehen ist überflüssig, denn jene Hypothesen he-ben nicht bloss die hydrostatischen und aërostatischen Gesetze auf, sondern auch das erste Princip der mechanischen Natur-lehre, die Schwere, und das aus ihr folgende Gewicht.

Luftballon. S. **Aërostat.** I. 230. Regierung desselben. 2 Rotation. 228. Geschwindigkeit. 229.

Luftbehälter der Vögel, Beförderungsmittel beim Fluge. IV. 4

Luftblase. VI. 456. deren Form. 458. Dicke des einschliess Häutchens. 460. Bildung des Schaumes. 460. in Flüssigkeiten steigende. 462. adhäriren an den Wandungen. I. 202. sind Tropfen vergleichbar. IV. 1016. mit Geräusch aufsteigende. VIII.

Zus. Eine analytische Untersuchung über die Gestalt die Bewegung der in tropfbaren Flüssigkeiten aufsteig Luftblasen hat Theremin bekannt gemacht[1].

Luftelektricität. atmosphärische Elektricität. VI. 450. des elektrischen Drachens untersucht. II. 584. geschichtlich zen. VI. 465. Methoden, sie zu beobachten. 467. zu versch Tagszeiten. 470. Einfluss der Jahrszeiten. 473. der Besch der Atmosphäre. 477. der Höhe 478. der Winde. 483. Elektr tät der Nebel und Wolken. 484. der Niederschläge. 485. E der Gewitter. 489. Theorie. 491. Prüfung der Hypothese 504. Prechtl's. 508. Configliachi's Widerlegung. 510. kungen der Luftelektricität. 512. elektromagnetische Wirkung selben. 699. zeigt sich nicht in den Polargegenden. V. 76

Zus. Gourjon theilte mir mündlich mit, dass die L tricität vielfach mittelst der von ihm verfertigten emp Galvanometer beobachtet werde. Ausserdem will ich hier auf die sehr wichtigen Beobachtungen von Weekes[2] und die viel des Hypothetischen enthaltenden Untersuchungen Peltier[3] verweisen. So eben ist aber eine sehr vollstä gediegene Abhandlung von F. Duprez[4] erschienen, worin

1 Crelle Journ. für reine und angewandte Math. Th. V. S. 93

2 Sturgeon's Annals of Electricity T. V. p. 89.

3 Archives de l'Electricité. T. IV. N. 14. Compt. rend. an Orten, z. B. T. I. p. 95. T. III. p. 145. T. X. p. 712. T. XII. p.

4 Mém. couronnés et Mém. des Sav. Etrang. de l'Ac. Roy. Sc. et Belles-Lettres de Bruxelles. T. XV. 1843. p. 1 ff.

nur die früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand kritisch geprüft, sondern auch die Resultate eigener Beobachtungen mitgetheilt werden. Die Quelle der atmosphärischen Elektricität setzte man nach Volta und später nach Pouillet in die Verdampfung des unreinen Wassers; es scheint aber, als habe man diese Ursache nicht für wirksam genug erachtet, und nach neueren Versuchen Peltier's [1] wird durch die Verdampfung an sich keine Elektricität entwickelt, was auch aus den neuesten Versuchen Armstrong's und Faraday's (s. **Elektricität**) hervorzugehen scheint, die Duprez noch nicht kannte. Es scheint mir indess, als lasse sich diese Quelle der Elektricität, wenn sie auch im Kleinen durch unsere Instrumente schwer nachweisbar ist, nicht wohl in Abrede stellen, da die durch Niederschläge des Dampfes in den Wolken erzeugte Elektricität so bestimmt für Volta's Hypothese entscheidet. Pouillet [2] glaubt daher, dass durch den Process der Vegetation und die damit verbundenen Gaszersetzungen gleichfalls Elektricität erzeugt werde, und beide Processe müssen daher in den verschiedenen Gegenden der Erde wechselnde Quantitäten Elektricität hervorbringen [3], eine Ansicht, welcher auch Kämtz [4] huldigt. Inzwischen hält Duprez, eben wie De la Rive [5], diese Quellen nicht für genügend, den stets positiven elektrischen Zustand der Atmosphäre bei heiterem Wetter zu erklären den er vielmehr als Folge des Temperaturwechsels betrachtet, was schon früher durch Ronayne (Bd. VI. S. 466) geäussert und durch die Versuche von Becquerel [6] und Nobili [7], wonach die verschiedensten Körper durch Wärme elektrisch werden, bestätigt worden ist. Hiernach würde es also überflüssig seyn, zu Peltier's unbegründeter Hypothese einer Wechselwirkung zwischen der stets negativ elektrischen Erde und dem stets positiv elektrischen Himmelsraume seine Zuflucht zu nehmen.

Die weiteren Angaben über die mit der Höhe zunehmende,

---

[1] Compt. rend. T. II. p. 908. Ann. Chim. et Phys. T. LXXV.
).

[2] Ann. de Chim. et Phys. T. XXXV. p. 405.

[3] Elémens de Phys. expér. 3me éd. T. II. p. 629.

[4] Lehrbuch der Meteorologie. Bd. II. p. 411.

[5] Essay historique sur l'Electricité. p. 140.

[6] Ann. de Chim. et Phys. T. XLI. p. 372.

[7] Biblioth. univ. T. XXXVII. p. 125.

Digitized by Google

mit den Tags- und Jahreszeiten wechselnde Luftelektrici sind grösstentheils im betreffenden Artikel mitgetheilt. Die p sitive Elektricität der Wolken lässt sich leicht erklären, w man annimmt, dass sie die in der Luft verbreitete anzieh den negativ elektrischen Zustand derselben leitet aber La davon ab, dass eine höhere Wolke die negative Elektricität unteren anziehe und daher ihre positive sich zerstreue, wo gen sich aber das Argument aufdringt, dass die untere nach um so mehr positiv seyn und beide Elektricitäten gleichmässig zerstreuen müssten. Nach BECQUEREL[2] sind aufsteigenden Dämpfe theils positiv, theils negativ, wobei wie auch PELTIER[3], den negativ elektrischen Zustand der E zu Hülfe nimmt, sofern diese den sie berührenden und von aufsteigenden Stoffen negative Elektricität mittheilen soll, wo dann auch, wie BELLI[4] annimmt, der Wasserstaub der Casc negativ elektrisch werden soll. Indess möchte ich mit Pe die Erde vielmehr für neutral halten und ihren negativ e trischen Zustand demnach nur als partiell durch den Ei der positiven Luftelektricität bedingt betrachten. In d Falle könnte sie den Körpern nicht eigentlich negative E tricität von ihrem Ueberfluss hieran mittheilen, sondern nur, wie jeder neutral elektrische Körper jedem andern, w cher die positive Elektricität der Atmosphäre angenommen seine negative Elektricität zuwendet, gleichfalls durch Ve lung oder im Wirkungskreise negativ elektrisch, und zwar gen ihrer Grösse nur an einer verhältnissmässig kleinen Erzeugt aber die Verdampfung in der Art Elektricität, da Dampf negativ und das rückbleibende Wasser positiv wird muss die Elektricität der Wolken nach VOLTA's einfach sachgemäser Ansicht wechseln, jenachdem die Verdampf oder die Niederschlagung überwiegend ist. Die folgenden tersuchungen von DUPREZ über den Wechsel der Luftelektric bei den Niederschlägen enthalten nichts wesentlich Neues sind hauptsächlich der Widerlegung der eigenthümlichen H thesen PELTIER's gewidmet. Zu den beachtenswerthen Vers

1 Cours de physique de l'école polytechnique. T. II. p. 80.

2 Traité de l'Electr. et du Magnét. T. IV. p. 121.

3 Compt. rend. T. XII. p. 307. Ann. de Chim. et Phys. Sér. T. IV. p. 414.

4 Bibl. univ. nouv. S. T. VI. p. 148.

Digitized by Google

ndlich gehören noch die von STURGEON[1] mit dem elektrischen Drachen und die von BECQUEREL[2] in Verbindung mit BRESCHET auf dem St. Bernhard angestellten. Nach vorläufigen, mir zu Theil gewordenen Mittheilungen soll aus den neuesten, mit geeigneten Apparaten angestellten Beobachtungen hervorgehen, ass an freien Orten bei heiterem Wetter die Luft mit der öhe zunehmend positive Elektricität zeigt, die auf der Erdberfläche verschwindet oder $=0$ wird. Neben Häusern und äumen zeigt sich dieses nicht, wie aus der hierdurch bewirkn Ableitung wohl nothwendig folgt. Diese stets sich wieder reugende Luftelektricität könnte sich dann füglich in den olken sammeln und scheint in der steten Verdampfung und r Erwärmung ihren Ursprung zu haben, wonach dann VOLA's Hypothese durch Berücksichtigung der Mitwirkung der hermoelektricität eine wesentliche Modification erhielte.

ftelektrometer. atmosphärisches Elektrometer. VI. 514. CAVALLO's, ACHARD's und SAUSSURE's Methode der Beobachtung. 517. PFAFF's Vorrichtung. 517.
ftelektrophor. WEBER's. VI. 522. LICHTENBERG's. III. 454.
ftfernrohr. IV. 146.
ftgütemesser. S. **Eudiometer.** III. 1163.
ftheizung. S. **Heizung.** V. 192.
ftkreis. S. **Atmosphäre.** I. 439 u. s. w.
ftmaschine. S. **Pumpe.** VII. 976. und **Wassersäulenmaschine.** X. 1253.
ftperspective der Maler. IV. 1447. VII. 424.
ftpresse. S. **Presse.** VII. 910.
ftpumpe. VI. 523. OTTO v. GUERICKE's. 525. BOYLE's. 528. STURM's. 529. SENGWERD's. 530. HAWKSBEE's und LEUPOLD's zweistiefelige und Ventilluftpumpe. 532. s'GRAVESANDE's. 533. NOLLET's. 535. SMEATON's. 537. CUTHBERTSON's. 543. 564. neuere Hahnluftpumpen. 547. Beseitigung des leeren Raumes durch einen aus. 549. Selbststeuerung der Hahnen. 552. v. HORNER's Luftpumpe. 556. Ventilluftpumpen von SMEATON. 562. REISER's. 567. MENDELSSOHN's. 571. FORTIN's. 572. MACVICAR's und PARTINGTON's. 573. Luftpumpen ohne Ventile. 577. Erfordernisse guter Luftpumpen. 581. Verminderung des schädlichen Raumes. 581. Beschaffenheit der Stiefel. 585. der Teller. 587. des Embolus. 588. Blasenventile. 591. Schieberventile. 592. hydraulische Luftpumpen. 599. Quecksilberluftpumpen. 601. Pseudoluftpumpe durch Dämpfe. 607. Prüfung der Luftpumpen. 610. Birnprobe, Barometerprobe.

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XXX. T. V. p. 418.
2 Traité de l'Elect. et du Magn. T. IV. p. 110.

Digitized by Google

613. Smeaton's abgekürztes Barometer. 616. theoretisch bestim
Wirkung. 618.

Zus. Die Schieberventile habe ich seitdem ausführen la
sen und sehr brauchbar gefunden, so dass ich diesen einfach
Mechanismus für denjenigen halte, mittelst dessen sich am si
chersten das stärkste Vacuum erhalten lässt; doch muss
dem im Texte Gesagten zwei Berichtigungen hinzufügen. Z
erst zeigen sich die zweistiefeligen doppeltwirkenden zwar
sofern vorzüglich, als sie ungemein schnell ein Vacuum ge
da es aber hauptsächlich auf stärkste Verdünnung ankommt, so
es vortheilhaft, gegen Ende des Exantlirens die oberen Rä
der Stiefel durch einen Hahn vom Teller der Luftpumpe ab
schliessen, weil es dem Künstler wohl unmöglich ist, die St
lung der Kolben so einzurichten, dass die zwei entgegengese
ten genau gleichzeitig den oberen und unteren Boden v
berühren. Noch besser scheint es mir, der Einfachheit und
einzubringenden Oeles wegen, die doppelte Wirkung ganz
zugeben. Was zweitens angegeben ist, dass man am be
mit Weglassung des Oels die Kolben bloss mit Pomade z
streichen habe, hat sich bei längerem Gebrauche nicht bewä
vielmehr saugt das Leder das Fett ein, wird trocken und e
schwert den Gang. Das Oel ist daher bei ledernen Kö
unentbehrlich, und wenn sie schwinden, so ist das Umwick
mit ungezwirnter Posamentirseide das beste Mittel, ihre D
zu vergrössern, quellen sie aber, so dient Schachtelhalm z
Abschaben. Metallene Kolben verdienen auf jeden Fall den V
zug, da bei ihnen ohnehin das Einreiben mit Pomade ge

Wesentliche Verbesserungen dieser Apparate sind
nicht hinzugekommen; es können in dieser Beziehung
Vorschläge von Mohr[1] und von Löwenthal[2] erwähnt we
auch verfertigen einige Künstler in Paris vortreffliche L
pumpen nach Babinet's Construction, welche vorzugsweise
eignet ist, die im schädlichen Raume zurückbleibende Luft
auf ein Minimum der Verdünnung herabzubringen. Die L
pumpe ist zweistiefelig; beide Stiefel stehen mit dem Rec
ten durch einen etwas tiefer zwischen ihnen befindlichen H
in Verbindung, welcher mit 4 Oeffnungen so gebohrt ist, d

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXII. S. 476.
2 Ebendas. Bd. XLI. S. 442.

der exantlirende Embolus das Vacuum zugleich unter der Campane und unter dem anderen, dann ruhenden, erzeugt. Dadurch breitet sich die im schädlichen Raume unter dem letzteren enthaltene Luft im anderen Stiefel aus, und die Verdünnung beginnt also beim Aufziehen des jedesmal gehobenen Embolus mit der bereits erreichten.

uftpyrometer. S. **Pyrometer.** VII. 976.

uftreiniger. S. **Ventilator.** IX. 1622.

uftsäure. S. **Kohlensäure.** V. 910.

uftschifffahrtskunde. S. **Aëronautik.** I. 219.

uftspiegelung. S. **Strahlenbrechung.** VIII. 1155.

uftständer bei Wasserleitungen. VII. 1432.

uftthermometer. S. **Thermometer.** IX. 830. **Differentialthermometer.** II. 535. Kinnersley's. VI. 621. X. 397. 406. Mitscherlich's. X. 1111. von Riess. 403 u. s. w.

Zus. In einer späteren Abhandlung[1] hat Peter Riess genauere Nachweisungen über das durch Kinnersley 1761[2] erfundene, von Beccaria[3] unabhängig von jener Erfindung, wie er sagt, in abgeänderter Gestalt 1764 construirte, später durch ...ttorph[4] und Snow Harris[5] verbesserte Luftthermometer zum Messen der durch den elektrischen Strom erzeugten Wärme bekannt gemacht und diesem eine abermalige, durch Figuren erläuterte Beschreibung hinzugefügt. Zugleich weist er nach, wie man die erzeugte Wärme zu messen im Stande sey. Poggendorff giebt bei dieser Gelegenheit eine durch Zeichnung erläuterte Beschreibung des von ihm selbst sinnreich construirten und praktisch angewandten Luftthermometers. Apparate, ...i denen die Luft durch Alkohol, Schwefeläther oder wohl am ...sten durch mit Iod gefärbten Schwefelkohlenstoff abgesperrt ...d also mit den Dämpfen dieser Flüssigkeiten gesättigt ist, ...d wohl ohne Zweifel den empfindlichsten Thermoskopen beizuzählen.

ftwaage so viel als Barometer. I. 759. X. 1.

ftzug. I. 270.

nisolarpräcession. S. **Vorrückung der Nachtgleichen.** IX. 2143. 2155. 2164.

ıkurer, ein elektrischer Stein. III. 315. IX. 1088.

1 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 315.
2 Franklin's Experiments and Observations. 5th ed. p. 396.
3 Elettricismo artificiale. Torino 1772. p. 229.
4 Elektricitätslehre. Kopenh. 1803. S. 417.
5 Philos. Trans. 1827. p. 19.

Digitized by Google

M.

Macaluba. Schlammvulcan. IX. 2322.
Mächtigkeit der Gänge. III. 1103. 1104.
Magellan's-Wolken. X. 2320.
Magie. natürliche. VI. 629. weisse und schwarze, oder schwarze Ku
631. erstes Erwachen der Naturwissenschaften. 633. magisch
Quadrate. 635. magisch-magische Quadrate. 637. und magisch
Quadrat der Quadrate. 638.
Magnet. Ceylon'scher, elektrischer Stein. IX. 1088.
Magnet. Axe desselben. I. 146. dessen Einwirkung auf vollkom
elektrische Leiter. III. 550. Vergl. **Magnetismus.** VI. 639 ff.
Magneteisenstein. III. 159. VI. 639.
Magnetimeter von Scoresby, Harris und Mark-Watt. VI. 1
—1018.
Magnetisirung durch violettes Licht. IV. 84.
Magnetismus. VI. 639. älteste Kenntniss des Magnets. 639.
türliche Magnete. 640. deren Armirung und Stärke. 641.
magnetische Steinblöcke. 643. und Metalle. 647. magnetische
neralien und Vegetabilien. 648. Messingdraht. 650. künstliche
gnete. 655. durch tellurischen Magnetismus. 656. Streichen mit
fachem und doppeltem Strich. 658. Pastenmagnete. 660.
durch Galvanismus. 661. magnetische Erscheinungen; An
in der Berührung und in die Ferne. 666. durchdringt alle Kö
667. Fortleitung des Magnetismus im Eisen. 674.
durch Vertheilung. 676. Einfluss der Entfernung auf den
Magnetismus. 678. Verhalten des Eisens und Stahls. 680.
tische Figuren auf Eisen und Stahl. 685. Magnetismus der E
687. I. 30. 145. und der Lage. 31. 34. Wirkung des Magnet
auf elektrische Leiter. III. 572. Elektromagnetismus (Nach
diesem Art.). VI. 693. durch Reibungselektricität. 2503.
magnetismus. 710. Seebeck's Versuche. 711 ff. Traill's
suche. 717. Sturgeon's. 720. Rotationsmagnetismus. 72
Einfluss der Metallscheiben auf Magnetnadeln, die über ihnen
gen. 724. Ablenkung der Magnetnadeln durch unter ihnen
Scheiben. 733. Barlow's Versuche mit rotirenden Bomben.
sonstige Versuche. 737. und deren Erklärung aus der Induction.
Transversalmagnetismus. 742. Gesetz der Wirkung in die F
744. Lambert's Untersuchungen. 746. Dalla Bella's.
Musschenbroek's. 759. Lage des magnetischen Anziehungsp
764. 804. Gesetz der magnetischen Abstossung. 764. Coul
Untersuchungen. 766. Bidone's. 769. Hansteen's. 775.
Scoresby's. 782. Vertheilung des Magnetismus im Innern
Magnetstäbe. 788. Coulomb's Untersuchungen. 790. Kupff
798. Lage des Indifferenzpunctes. 799. magnetische Curv
821. deren Construction. 834. Einfluss der Wärme auf den M
tismus. 836. 849. Barlow's. 840. und Seebeck's Versuche.

auf magnetisirten Stahl. 851. HANSTEEN's. 855. und KUPFFER's Versuche. 858. geprüft durch MOSER und RIESS. 865. Einfluss des Sonnenlichts auf den Magnetismus. 872. IV. 84. MORICHINI's Entdeckung. VI. 874. durch CONFIGLIACHI bestritten. 877. durch Lady SOMERVILLE. 881. und BAUMGARTNER bestätigt. 882. 899. durch RIESS und MOSER zur Gewissheit erhoben. 887. Einfluss des polarisirten Lichtes auf Stahlnadeln. 894. chemische Wirkungen des Magnetismus. 903. Magnetisirung des Stahls. 912. durch den Doppelstrich. 919. vierfacher Strich. 920. COULOMB's Verfahren. 925. KATER's Versuche. 927. Einfluss der Erwärmung. 929. Anwendung der Elektromagnete zum Streichen. 930. Einfluss der Beschaffenheit des Stahls. 931. Art desselben. 935. Härtung. 936. Umkehrung der Pole. 939. Methode des Streichens. 942. Beschaffenheit der Anker. 949. magnetische Apparate. 951. Compass. 952. Einfluss des Schiffseisens. 954. Compensation desselben. 959. Deklinatorium. 962. Magnetometer von GAUSS. 970. Inklinatorium. 981. Beobachtung der Neigung. 990. Intensität und deren Messung. 998. 1133. Einfluss der Wärme hierauf. 1012. Instrumente zum Messen der anziehenden Kraft der Magnete. 1014. Magnetometer von SAUSSURE. 1015. Magnetimeter von SCORESBY, HARRIS und MARK-WATT. 1016 —1018. durch Magnete bewegte Maschinen. 1019. magnetische Spielereien. 1021. Magnetismus der Erde. Theorieen. 1023. L. EULER's. 1025. durch T. MAYER wieder aufgenommen. 1039. von BIOT und v. HUMBOLDT. 1040. von MOLLWEIDE. 1043. STEINHÄUSER. 1047. HANSTEEN. 1048. elektromagnetische. IX. 547. Bewegung der magnetischen Pole. VI. 1052. isoklinische Linien. 1058. isodynamische. 1060. Anwendung der Theorie auf magnetische Abweichung, Neigung und Kraft. 1064. Verbreitung des Magnetismus über der Erdoberfläche. 1079. magnetische Terrelle. 1082. Wesentliche Erscheinungen des tellurischen Magnetismus. Abweichung oder Variation, tägliche und jährliche. 1086—1111. (Vergl. **Abweichung.** I. 131.) Neigung der Magnetnadel. VI. 1111. Neigungscharten. 1117. Lage der Magnetpole. 1119. Veränderung der Neigung, regelmässige und unregelmässige. 1122. Intensität des tellurischen Magnetismus. 1132. Messung derselben, der horizontalen und verticalen Kraft und beider vereint. 1133. Einheit des Intensitätsmasses. 1135. Karte der isodynamischen Linien. 1139. periodische Veränderung der Intensität. 1141. jährliche Variation. 1143. tägliche. 1144. örtliche Einflüsse. 1145—1147. tellurischer. I. 30. 145. der Lage. 31. 34. dessen Wirkung auf elektrische Leiter. III. 572. chemischer oder Volta'scher. 474.

Zus. Um starke Magnete zu machen, hatte man vorgeschlagen, das Streichen mit kräftigen Elektromagneten zu vollführen; allein dieses Verfahren ist unbequem. Ein anderes, wonach man die Stahlmagnete mit Draht umwickelte, durch welchen ein kräftiger elektrischer Strom geleitet wurde, führte

Digitized by Google

… Ziele, weil der Stahl … annimmt, als weiches Eisen … rschlag von P. Elias[1], nämlich … uctionsrolle gleichsam zu streichen … man eine Hülse von Holz oder … sponnenem Kupferdrahte, leitet durch … kräftigen Säule, bewegt dann zu magnet… Hufeisen in der Hülse [illegible] … die Hülse in die Mitte des Magnet… Kette, um nicht durch Abziehen der Hü… erzeugten Magnetismus wieder zu sch… Streichens werden die Schenkel der Hu… Anker von weichem Eisen geschlossen … der Stäbe Stücke von weichem Eisen ge… Magnete etliche Male in der Hülse hin- und h… erreichen sie in kurzer Zeit ihre volle Tragk… gegen die Erzeugung der Zwischenpunkte gesch… Verhalten der Magnete an sich ist nicht eben … hinzugekommen, desto mehr ist für den … Magnetismus geschehen, und zwar so viel, dass hier nur … Thatsachen und die wichtigsten Werke ange… können[2].

… Schwächung des Magnetismus der Stahlmagnete … Wärme ist längst bekannt und neuerdings nebst der … Erschüttern und Drehen erzeugten von Haldat … untersucht worden[3]. Pouillet will aber durch … gefunden haben, dass das Eisen bei der Kirschroth… magnetische Anziehung verliert, Kobalt in dieser … noch nicht, Nickel bei 350° C., Chrom unterhalb … Rothgluth, Mangan bei — 20°[4]. Faraday fand durch … suche, jedoch mit reinen Metallen, dieses nicht bestätigt. … nach glaubt er, dass alle Metalle bei gewissen Temperaturen … magnetisch und in ihrem Verhalten dem Eisen ähnlich we… aber wir können die hierzu erforderlichen Temperaturen …

1 Poggendorff Ann. Bd. LXII. S. 249.

2 Dahin gehört vorzüglich die ausführliche Abhandlung [illegible] Repertorium der Physik. Bd. II. S. 129 ff.

3 Compt. rend. T. XVIII. p. 911.

4 Elémens de Phys. 2me éd. T. I. P. II. p. [illegible] … 881.

nicht hervorbringen. Folgende Metalle, die er mittelst verdampfender schwefliger Säure unter dem Gefrierpunct des Quecksilbers erkaltete, zeigten keine Spur von Magnetismus: Arsen, Antimon, Wismuth, Kadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer, Gold, Blei, Quecksilber, Palladium, Platin, Silber, Zinn, Zink. Eisen verliert seine magnetische Eigenschaft beim Hellrothglühen und verhält sich ganz wie andere Metalle, Nickel verliert seinen Magnetismus bei etwa 340^0 C. und diese Veränderung tritt sehr plötzlich ein. Stahlmagnete verlieren ihre polare Eigenschaft schon ungefähr bei 330^0 C., behalten aber die des Eisens dann bis zum Hellrothglühen bei, natürliche Magnete dagegen verlieren ihre Polarität erst nahe unter dem Puncte des sichtbaren Glühens, die Fähigkeit, als weiches Eisen zu wirken, aber erst bei starkem Hellrothglühen[1]. DOVE hat die bisher bekannt gewordenen Versuche zur Ermittelung des Magnetismus der sogenannten unmagnetischen Metalle zusammengestellt und durch ein neues Verfahren, indem er Drähte der zu prüfenden Metalle (Quecksilber in Glasröhren) in Inductionsrollen brachte und versuchte, ob sie den Eisendrähten ähnlich auf die Magnetisirung von Stahlnadeln mittelst des durch den hierzu allein anwendbaren Flaschenfunken erzeugten Inductionsstromes wirkten, die Magnetisirbarkeit derselben erforscht. Hierbei fand er folgende Metalle in dieser Beziehung magnetisch: Kupfer stark, Zinn, Quecksilber, Antimon und Wismuth entschieden, Zink und Blei unbeträchtlich[2].

Einen sehr sinnreich ausgedachten Apparat, um den Unterschied zwischen einem Stahlmagnete und einem Elektromagnete anschaulich zu machen, hat POGGENDORFF[3] angegeben. Windet man einen mit Seide übersponnenen Kupferdraht um eine Eisenröhre und verbindet man die Enden mit den Polen einer Volta'schen Säule, so hat man einen Elektromagnet mit zwei Polen, in welchem eine hineingesteckte feine Nähnadel in der Mitte schwebt, in einem hohlen Stahlmagnete dagegen, von etwa 4 Lin. Durchmesser und 3 bis 4 Zoll Länge, mit einer eingekitteten Glasröhre ausgefüttert, schwebt die hineinge-

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. XLVI. p. 177. Poggendorff Ann. LXVII. S. 423.
2 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 325.
3 Ebend. Bd. LII. S. 386.

Digitized by Google

steckte Nadel und steigt wieder in die Höhe, wenn man s niederdrückt.

Die Theorie, wonach die Erde ein Elektromagnet, gebi durch eine elektrische Strömung von Ost nach West, soll, ist durch BARLOW vorzüglich bearbeitet worden[1].

Die Linie der geringsten Intensität, die nach der ge ten Bezeichnung der Grösse 0,8 zugehört, ist durch die C mandeurs der Schiffe der neuesten Südpolarexpedition, J. R JAMES CLARK und CROZIER wirklich aufgefunden worden. beginnt für das Jahr 1825 unterhalb Trinidad in 30° W. von G. und 22° S. B., läuft durch 20° W. L. und 24°,5 S. schneidet unter 18°,5 W. L. in den Parallel 25° ein, sich etwas unter diesen hinab, bis sie aufwärts gehend i 13° W. L. abermals schneidet und dann durch 10° W. 24°,5 S. B. und 5° W. L., 23°,5 S. B. bis 0° L., 21°,5 S gelangt[2].

---

1 On the probable electric origin of all the phenomena of terr Magnetism. By P. BARLOW. Lond. 1831. 4.

2 SABINE's Bericht in Phil. Trans. 1842. P. I. p. 9. Die n nicht bekannt gewordene Reise des Cap. JOHN ROSS, die Bes der Südpolarexpedition auf den Schiffen Erebus und Terror, enth viel Wichtiges über den tellurischen Magnetismus. Ebenso: V autour du monde entrepris par ordre du Roi, par LOUIS DE FRE Magnétisme terrestre. Par. 1842. gr. 4. Das VIII. Cap. enthält eine sicht der Bestimmungen der Lage des magnetischen Aequators v ältesten bis zu den neuesten Zeiten. Noch wichtiger ist L. Du Voyage autour du Monde etc. Hydrographie. Par. 1829. Eine Ch hält die Lage des magnetischen Aequators. Die vollständige Be des tellurischen Magnetismus ist mir noch nicht zu Gesicht ge einen kleinen Beitrag aber bilden die aus FREYCINET's Messunge DUPERREY berechneten Intensitäten (Compt. rend. T. XIX. p. 45 den Beobachtungen beider Reisenden sind die magnetischen Chart standen, welche zum Atlas des folgenden Werkes gehören: BECQ Traité expérimental de l'Electricité et du Magnétisme. T. VII. Par Ferner sind zu beachten: J. LAMONT Annalen der Meteorologie und Erdmagnetismus. München 1842 (wird fortgesetzt). Dessen: Besti der Horizontal-Intensität des Erdmagnetismus nach absolutem M München 1842. 4. Observations météorologiques et magnétiques dans l'Empire de Russie etc. par A. T. KUPFFER. Petersb. kl. Fol. Annuaire magnétique et météorologique du Corps des Ing des Mines de Russie. 1837. kl. Fol. Für 1842. II. Vol. kl. Fol allen andern aber, als eine Sammlung der gediegensten Abhand

Digitized by Google

Quetelet[1] fand durch wiederholte Messungen der Dekli-
ation und Inklination zu Brüssel, dass beide gegenwärtig zu-
ickgehen, denn es ergab sich:

Jahr	Monat	Deklination	Inklination
1827	October	22° 28′,8	68° 56′,5
1830	Ende März	25,3	52,6
1832	desgl.	19,0	49,1
1833	desgl.	13,4	42,8
1834	3. 4. April	15,2	38,4
1835	25. 28. März	6,7	35,0
1836	21. 22. März	7,6	32,2

n dieses geht aus den neuesten Beobachtungen Lamont's erkennbar hervor.

Ueber den Ursprung des tellurischen Magnetismus, welchen nach Barlow und Ampère als ein Erzeugniss elektrischer me betrachtet, welche in der Richtung von Ost nach West Erde umkreisen sollen, aber bisher nicht nachweisbar wa- hat Becquerel[2] ausführliche Untersuchungen angestellt. Wesentlichen bemerkt er zuerst, dass zwar durch die ver- denen, namentlich metallischen, Bestandtheile in der Erd- te wohl elektrische Strömungen entstehen könnten, zugleich durch zwischenliegende, namentlich quarzige, Schichten brochen werden müssen, ohne die erforderliche Continuität eben. Gegen die in den Minen von Cornwallis angestellten che wendet er ein, dass die bei den verschiedenen Lagern genommene Elektricität nicht sowohl durch die Verbindung

---

Magnetismus: Resultate aus den Beobachtungen des magneti- reins im Jahre 1836. Von Carl Friedrich Gauss und Wil- ber. Für jedes Jahr ein Heft. Wird fortgesetzt. Dazu: Atlas agnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen. Von . Leipz. 1840. gr. 4. Magnetische Beobachtungen findet man ern von Quetelet in den Memoiren der Akademie zu Brüssel, ander in Bullet. scient. de l'Acad. de Petersb. T. IX. N. 205, l in: Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza institute negli anni 1836, 1837, 1838. al c. r. osservatorio da C. Kreil e P. della Vedora. Milano 1839. Magnetische rologische Beobachtungen zu Prag von C. Kreil. Jahrg. 1—4. —1844; von Aimé neunmonatliche zu Algier in Ann. de Chim. me Sér. T. X. p. 221 und viele andere.

Institut. 1836. N. 137. p. 151.

mpt. rend. T. XIX. p. 1052.

Digitized by Google

derselben unmittelbar, sondern vielmehr, mindestens theilw
durch die Kupferbleche erzeugt seyn könne, die man auf
verschiedenen Schichten festnagelte und unter sich mit ei
Multiplicator verband. Ein Haupthinderniss, um auf diesem W
zur Erforschung der Wahrheit zu gelangen, findet er in der
theilweise fortdauernden Anhänglichkeit an die Contactth
Daher wählte er bei seinen Versuchen in den Salzmine
Dieuze, auf dem Mer de Glace zu Montanvert über den
mounithale und bei den Bädern zu Aix in Savoyen mög
gleiche Platinbleche, die mit den Drähten eines empfindl
Multiplicators verbunden waren und mit den verschiedenen
gern in Berührung gebracht wurden. Als Hauptresultat
aus den Versuchen hervor, dass allerdings durch die vers
denen Lager der Erdschichten elektrische Ströme erzeugt
den, jedoch nur dann, wenn sie von Flüssigkeit durchdr
sind, weswegen BECQUEREL sie als Folge des Chemism
trachtet. Man übersieht aber bald, dass hierdurch im
sentlichen gar nichts gewonnen ist, denn die Ströme w
zu Cornwallis so gut als hier gefunden, ihr Ursprung ist
gleichgültig, wenn sie nur überhaupt vorhanden sind;
Platinbleche, wenn auch anscheinend ganz gleiche, ebe
in Berührung mit salzigem und unreinem Wasser elek
Ströme erzeugen, als Kupferbleche, ist durch SCHRÖDER
andere Versuche erwiesen. Ueberhaupt konnte die Ex
elektrischer, durch die Verbindung so heterogener Lag
sich in der Erdkruste finden, erzeugter Ströme wohl nicht
felhaft seyn, doch bleibt es immer verdienstlich, ihre E
factisch nachzuweisen. Da ihre Richtungen aber, w
BECQUEREL fand, ebensowohl die der Meridiane als der P
haben, sich oft durchkreuzen und entgegengesetzt strömen
jeden Fall endlich, durch grosse Meeresstrecken gehindert
Erde nicht regelmässig von Ost nach West umkreisen,
nen sie auch den magnetischen Südpol im Norden nicht
gen, und man muss daher eine andere Quelle aufsuchen,
wegen man auch aus diesen und anderen Gründen den
schen Magnetismus aus thermoelektrischen Strömen ab
unlängst bedacht gewesen ist.

Magnetismus, animalischer oder thierischer. VI. 1147. Mesm
in Paris geprüft. 1148—1151. Verfahren des Magnetisirens. 11
Wirkungen; magnetischer Schlaf, Somnambulismus. 1156—11

gnetnadel. Abweichung entdeckt durch PETER ADFIGER. I. 136. Einfluss der Wärme. 162. Abgleichung der Inklinationsnadel. V. 761. *Einwirkung* des elektrischen Stromes auf dieselbe. III. 504.

gnetoelektricität. VI. 1163. Geschichtliches der Entdeckung. *1163—1165.* Wesenheit der Erscheinungen. 1166. Apparate; der magnetoelektrische Ring. 1167. die mit Draht umwundene Trommel. 1168. Apparate zur Erzeugung der Funken. 1172. des elektrischen Stromes. 1175. grösserer von PIXII. 1177. Zerlegung des Wassers. 1178. 1189. sonstige Constructionen. 1181. von SAXTON und CLARKE. *IX.* 121. von v. ETTINGSHAUSEN. 122. FARADAY's Elektrisirmaschine aus einer Kupferscheibe. VI. 1182. Gyrotrop. 1183. *Commutator.* 1185. Blitzrad. 1187. STURGEON's Theorie. 1189. RITCHIE's. 1191. FARADAY's. 1192. Untersuchungen von LENZ. 1193. vergl. **Inductionsmaschine.**

Zus. Durch Versuche, welche DE LA RIVE mit einer magnetoelektrischen Maschine anstellte, fand er unter anderm, dass Zerlegung einer gegebenen Quantität Wasser eine geringere ge von Umdrehungen erfordert wird, wenn diese schneller einander folgen. Die Grenze, welche dieses haben muss, ist t bestimmt [1].* Die Haupttendenz der Abhandlung, nämlich zu en, dass das Verhalten des magnetoelektrischen Stromes ein res sey, als der aus sonstigen Quellen entsprossenen Ströme, sich daher jener von diesen durch eigenthümliche Modificationen unterscheide, veranlasste eine gründliche Widerlegung ch LENZ, welcher zeigte, dass alle Wirkungen dieser Ströme, Rücksicht auf den steten Wechsel ihrer Richtung, dem allgemeinen durch OHM und FECHNER aufgestellten Gesetze unteren seyen, mithin keine Eigenthümlichkeit der sie erzeugen Elektricität stattfinden könne [2]. Dieses zog dann eine neue hrliche Abhandlung DE LA RIVE's nach sich, in deren er- Theile er die ihm gemachten Einwürfe zu beseitigen indem er namentlich die allgemeine Gültigkeit des Ohm'-Gesetzes in Abrede stellt, im zweiten aber die Resultate Versuche über die Eigenschaften der discontinuirlichen wechselnd entgegengesetzt gerichteten Ströme beim Durchdurch metallische und flüssige Leiter mittheilt. Einiges

---

ém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. T. VIII. ff Ann. Bd. XLI. S. 152. Bd. XLV. S. 163. 407.

lletin de l'Acad. de St. Petersb. T. V. Poggendorff Ann. II. S. 385.

Aa*

Digitized by Google

aus dieser Abhandlung ist bereits oben (s. **Leitung**) erw[ähnt] worden [1].

Man hat an den magnetoelektrischen Maschinen einige [Ver]änderungen angebracht, jedoch sind keine eigentlich wesentl[ichen] Verbesserungen bekannt geworden, und die Künstler, die viele derselben sehen und selbst verfertigen, haben sich die [Re]geln zur besten Construction derselben abstrahirt. Es war [in]dess verdienstlich von Lenz, dass er es unternahm, diese [Re]geln bestimmt festzustellen. Er legte dabei die Clarke'[sche] Maschine zum Grunde, bei welcher der Magnet vertical s[teht], der horizontale Anker aber mit seinen beiden Trägern de[r Spi]ralen sich neben den flachen Schenkeln desselben dreht, [so] dass bei der Ettingshausen'schen die Stellung dieser Theile umgekehrte ist. Wir bleiben bei der ersten stehen, da sie [die] Anwendung auf die letzte leicht machen lässt. Haben hie[r] die mit Draht umwickelten Zapfen des Ankers eine horiz[ontale] Stellung, so werden sie magnetisch, verlieren aber diesen [Ma]gnetismus durch eine Drehung von 90°, nehmen dann bei [180°] wieder Magnetismus an, aber den entgegengesetzten, [ver]lieren ihn bei 270° wieder, und so fort. Eine Hauptfrage, deren [Be]antwortung Lenz durch allmäliges Drehen ermittelte, be[traf die] Stellung, in welcher die Induction am stärksten ist, und e[s ist] diese bei der verticalen Stellung der Zapfen, was Clarke [eben]falls gefunden hat, weswegen Letzterer die Unterbrechung [der Kette] so einrichtete, dass sie genau bei dieser Stellung, und zwa[r voll]ständig eintritt, um bei schneller Drehung zugleich die W[irkung] des primären und secundären Stromes zu erhalten. Die L[änge] und Dicke der Zapfen des Ankers im Verhältniss zu[r Kraft] des Magnets wäre gleichfalls ein der näheren Bestimmu[ng wer]ther Gegenstand, allein Lenz meint, es müsse hierzu er[st eine] grössere Menge Erfahrungen vorhanden seyn, da man [bis jetzt] bloss grosse Kraft der Magnete neben grosser Weichheit [und] möglichster Gleichförmigkeit des Eisens als vortheilhaft er[kannt] habe. Dagegen gelangt er durch Zugrundlegung der [Größe] des Leitungswiderstandes, welcher für das Glühen eines [Pla]tindrahtes am geringsten, für die Erschütterung des N[erven]systems am stärksten seyn muss, für Wasserzersetzung

1 Archives de l'Electricité. Poggendorff Ann. Bd. LIV. [S.] 378. 477.

Digitized by Google

wischen beiden nahe in der Mitte liegt, zu folgenden Bestimmungen der Dicke der Drähte für die drei gegebenen Fälle. nd zuerst Anfänge und Enden beider Drähte vereint, wonach so beide inducirte Ströme neben einander laufen, so sind die rchmesser der Drähte = 0,58; 0,16 und 0,039 engl. Lin., d aber zweitens beide Spiralen vereint, so dass der Strom : ganze Drahtlänge (wie sich von selbst versteht, in beiden llen zugleich den Widerstand leistenden Körper) durchlaufen ss, so sind die Durchmesser = 0,85; 0,23 und 0,058 engl. nien. Die Durchmesser des Drahtes beider Spiralen der geachten Maschine, welche ausgezeichnete Wirkungen zeigte, ren 0,6 und 0,05 Lin., was den gefundenen Bestimmungen r nahe kommt. Endlich haben Kupferdrähte, wenn man ungsvermögen und Preis zugleich berücksichtigt, vor allen rn den Vorzug[1].

Die gewiss von vielen Physikern aufgeworfene Frage, ob den magnetoelektrischen Maschinen Drahtbündel einen Vorvor den massiven Eisencylindern haben, die in den Inducrollen stecken, hat DOVE durch eine grosse Reihe von Verlen beantwortet. Für diesen Zweck construirte derselbe t des eisernen Ankers seiner Saxton'schen, der Ettingshauschen ähnlich gebauten, Maschine einen hölzernen mit zwei ctionsrollen, in welche massive Eisencylinder oder Drahtdel, letztere von ungleich dicken Drähten, so dass deren bis 310 vereinigt wurden, gesteckt werden konnten. Ein nderer Mechanismus verstattete, die Drähte beider Spiralen ereinigen oder jeden einzeln wirken zu lassen und im letzFalle beide Ströme in gleicher oder entgegengesetzter tung zu erhalten. Im letzteren Falle mussten sich ihre ungen um gleiche Grössen einander aufheben, und es war urch das beste Mittel gegeben, ihre Ungleichheit zu prü- Es ergab sich dann, dass Drahtbündel für solche Maschiicht geeignet sind[2].

ie magnetoelektrischen Maschinen haben vor allen andern, Erzeugung elektrischer Ströme dienenden, den grossen g, dass sie unabhängig von äusseren Einflüssen und ohne

---

ullet. de la Soc. de St. Petersb. T. IX. p. 78. Poggendorff Ann. . S. 241.

Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 268.

[illegible]

[illegible] VII. 65.

[illegible] VII. 172.

[illegible] VII. 256.

1) Poggendorff Ann. Bd. LXI. S. 457.

2) [illegible] S. 461.

at. Aegyptisches Wegmass. VI. 1236.
S. **Meteorologie.** VI. 2003.
rn. Strudel bei Bornholm. S. **Meer.** VI. 1774.
ein. Felsart. III. 1099.
Magnesium, Braunsteinmetall und dessen Verbindungen.

cker. IX. 1713.
er. I. 794. II. 220. IX. 826. X. 1057. VI. 1198. absolutes der Luft. 1199. Mittel, die ungleiche Dichtigkeit zu finden. SAUSSURE's. 1200. OTTO V. GUERICKE's. 1202. FOUCHY's er. 1205. GERSTNER's Luftwaage. 1206—1209. sonstige er oder Elaterometer mit eingeschlossener Luft, namentlich 1121. der hydraulischen Pressen nach MURRAY. VII. 1361.
fett. IX. 1078. **Margarinsäure.** 1699.
ad. X. 1009.
e. Magnetnadel. I. 179.
Cölnische und Augsburger. VI. 1380. Wiener. 1316. preussi-28. würtembergische. 1361. spanische. 1389.
icht, französisches. VI. 1281.
t im Auge. I. 541.
eidercompass. II. 188.
salinischer. Felsart. III. 1084.
1212. Atmosphäre desselben. I. 514. VI. 1218. Elemente ahn. 1213. Grösse und Gestalt. 1214. physische Beschaf- und Flecken. 1215—1217. Phasen desselben. VII. 470.
t. III. 61. VIII. 1217.
e. parabolische. I. 733. grosse zu Marly. II. 637. zu Chail-3. Höll'sche zu Chemnitz. III. 157. VII. 976. einfache Ma- S. **Potenz.** VI. 895.
malgrösse des Messens. VI. 1218. Massbestimmungen der ölker, ägyptische. 1221. deren Basis soll vom Erdumfang men seyn. 1223—1228. Ursprung der Duodekadik. 1228. nnenjahrs. 1229. der Sexagesimaleintheilung. 1230. ägypti- Flächenmasse. 1234. neuere ägyptische. 1235. jüdische. 1236. arabische. 1238. griechische. 1239. Stadium. 1241. Hohl- 1244. Gewichte. 1255. römische Längenmasse. 1247—1249. asse. 1250. Gewichte. 1252. Neuere Masse. Bestrebungen n Normallängenmass. 1254—1260. Französisches Längenmass. mmung des Normalmeters. 1261—1266. Regulirung sonstiger e. 1266—1270. altfranzösisches Längenmass. 1271. Verglei- gstabellen beider. 1273—1280. Gewichte. 1281. Vergleichungs- len. 1282. Hohlmasse. 1285—1288. Englische Masse. Ge- hte ihrer Regulirung. 1289—1293. Längenmasse und deren gleichung mit französischen. 1294—1299. Gewichte und Verglei- g mit französischen. 1300—1309. Hohlmasse und deren Ver- chung mit französischen. 1309—1313. Wiener Masse. Längen- se. 1313. Medicinalgewicht. 1317. Handelsgewicht. 1319. Hohl-

Digitized by Google

masse 1320. Preussisches oder rheinisches Längenmass. 1324. H
dels-, Mark- und Medicinalgewicht. 1327. Flüssigkeitsmasse. 13
Trockenmasse. 1332. Schwedisches Längenmass. 1334. Gew
1335. Flüssigkeits- und Trockenmass. 1337. Dänisches Mass u
Gewicht. 1339. Russisches Längenmass. 1346. Gewicht. 13
Flüssigkeitsmass. 1354. Trockenmass. 1356. Niederländisches M
1358. Würtembergisches. 1360. Baiersches. 1364. Grossh. He
sches. 1369. Badisches. 1373. Apothekergewicht. 1377. Cöln
Mark. 1380. Italienische Gewichte. 1383. Portugiesische. 1
Spanische. 1388. Nordamericanische. 1390.

Zus. Nach einer Mittheilung des M. de Macedo, Se tairs der Akademie zu Lisboa, an das französische Instit Paris sind nach einem Gesetze vom 24. April 1835 alle tugiesische Masse neu regulirt worden. Dabei liegt die d ein Gesetz des Königs Don Sebastian vom Jahre 157 stimmte Grösse der Vara zum Grunde, jedoch wird die L nicht in 10, wie (Bd. VI. S. 1387) angegeben worden ist, so in 12 Puntos getheilt. Die übrigen Grössen sind die da angegebenen, nur ist ihr Verhältniss zu den französischen z felhaft, da sie nicht unter einander übereinstimmen[1].

Puissant wollte gefunden haben, dass die legale Best des Meters unrichtig sey und dasselbe nicht den 10millionsten T des Erdquadranten ausmache[2]. Da diese Grösse von der M tung abhängt und diese nicht mit absoluter Schärfe best ist oder überhaupt bestimmt werden kann, so lässt sich hierüber nicht entscheiden. Das Normalmeter ist also d Paris befindliche, und ebenso die dortigen übrigen Etalons gen deren absolute Richtigkeit, namentlich in Beziehung des cifischen Gewichts des Kilogramms von Platin, Zweifel e worden sind. Inzwischen bleiben die gesetzlichen Bestim in Kraft. Ueberhaupt ist durch die von Frankreich ausge genen Gradmessungen, die dem Masssystem zum Grunde eben wie durch die dort zuerst gezeigte Bearbeitung dieser Ab der Wissenschaft unglaublich viel genützt, und diese Verd werden ewig anerkannt werden; allein in unmittelbarer B hung auf ein unveränderliches Urmass ist jetzt wohl nicht zweifelhaft, dass die Länge des einfachen Secundenpendels cherer, leichter und überhaupt geeigneter hierzu gewesen

1 L'Institut. 1836. N. 144.
2 Ebend. N. 136. p. 139. N. 138. p. 154.

als ein aliquoter Theil des Erdquadranten, da man letzteren ganz zu messen nicht vermag und die Ungewissheit der Abplattung sowohl, als auch die Abweichungen vom regelmässigen Sphäroide absolut scharfen Bestimmungen unübersteigliche Hindernisse entgegenstellen.

Unterdess ist die Arbeit einer zu Petersburg ernannten Commission veröffentlicht worden, welche der bekannten französischen an Gediegenheit mindestens vollkommen gleicht, alle andere metrologische Bemühungen aber weit hinter sich lässt [1]. Hierin sind die Methoden und Apparate beschrieben, welche zur genauen Regulirung der russischen Masse und Gewichte dienten, namentlich ein Comparateur von mehr Solidität und grösserer Genauigkeit, als der oben (Bd. II. S. 175) beschriebene, und es verdient daher dieses alles für künftige Arbeiten ähnlicher Art beachtet zu werden. Ausserdem sind die russischen Massbestimmungen mit den wichtigsten anderer Staaten, über deren wahre Grösse die Commission sich durch Gesandten und Consuln die sicherste Auskunft zu verschaffen wusste, genau verglichen worden. Da diese Bestimmungen aber volles Vertrauen verdienen, so ist es erforderlich, die in unserm Werke gegebenen hiernach zu verbessern, was am besten in der gewählten Reihenfolge geschehen kann. Dadurch erhalten dann auch die etwa unrichtigen Bestimmungen die nöthige Verbesserung.

1) Aegypten. S. 1236. Ein Flächenmass ist Fidan von 333⅓ Cassabeh Umfang. Eine Wegstunde heisst Maragha und enthält 16 Derege; ein geographisches Mass giebt es nicht. Für trockne Sachen haben sie das Ardep von Rosette, welches in 12 Rub's, das Rub in 4 Kadah getheilt wird; das Mass der Flüssigkeiten ist die Oka von 400 Drachmen. Die dortigen Gewichte sind Derhem oder Drachme, das in 24 Kirrat, das Kirrat in 4 Grair's getheilt wird. Das Miskal hält 1,5 Drachmen; das Rotl anlangend beträgt das grosse zu Cairo 324 Drachmen, das im Handel übliche daselbst 150, in andern Städten 105 Drachmen. Die Oka hält gewöhnlich 400 Drachmen, im Handel 420. Der Kantar (Centner) ist ausnehmend verschieden, hält meistens 45 oder bei roheren Waaren

---

1 Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids de l'empire de Russie. Rédigés par A. Th. Kupffer. 2 Voll. gr. 4. 1 Vol. Figuren. Petersb. 1841.

54 Oka's. Zur Vergleichung dient Folgendes. Eine russisch Arschine =1,05049 Pyk-Stambuli und =1,11778 Pyk-Endazeh = 1,26044 Pyk-Masri oder Pyk-Beledi. Jedes Pyk wird in 24 Kirrat oder Qyrat getheilt. Begreiflich gelten dort auch die türkischen Massbestimmungen.

Ueber die im Wörterbuche nicht enthaltenen türkischen Massbestimmungen theilt KUPFFER folgende Angaben mit. Die türkisch Oka =1 Pfund 13 Solotnik 35 Doli wird getheilt in 4 Tchek oder 400 Drachmen. Der Cantaro oder Centner enthält 4 Okas oder 100 Rotls, der Cantaro Baumwolle 45 Okas. De Tcheki Kameelgarn hält 800 Drachmen, von Opium 250, de Taffé Seide von Brussa 610 Drachmen, der Batman 6 Oka Die türkische Endazeh (Elle) wird in halbe, Viertel und Se zehntel getheilt, und 1 russ. Arschine = 1,08985 Endazeh; Pyk oder Pic von Constantinopel hat dieselbe Eintheilung, 1 Arschine =1,04099 Pyk. Einige anderweitige Bestimmungen dieser und verwandter Masse habe ich am Ende d Nachträge beigefügt.

2) England. S. 1298. Hier ist irriger Weise die Th des englischen Zolls in 12 Linien angenommen worden, sta er nur in 10 Theile, auch Linien genannt, getheilt wird. durch werden die beiden ersten Columnen der untersten Ta belle auf S. 1298 falsch, die richtigen Grössen erhält man wenn auf den beiden folgenden Lin. und Millim. statt Zoll u Centim. gesetzt werden. Die mittlere Tabelle auf S. 1 muss aber in folgende abgeändert werden:

Metrisches und englisches Längenmass.

Millim.	Lin.	Centim.	Z.	Lin.	Decim.	F.	Z.	Lin.
1	0,394	1	—	3,937	1	—	3	9,371
2	0,787	2	—	7,874	2	—	7	8,742
3	1,181	3	1	1,811	3	—	11	8,112
4	1,575	4	1	5,748	4	1	3	7,45[illegible]
5	1,969	5	1	9,685	5	1	7	6,85[illegible]
6	2,362	6	2	3,622	6	1	11	6,22[illegible]
7	2,756	7	2	7,560	7	2	3	5,59[illegible]
8	3,150	8	3	1,497	8	2	7	4,96[illegible]
9	3,543	9	3	5,434	9	2	11	4,337
10	3,937	10	3	9,371	10	3	3	3,708

3) Wiener Masse. Die Bd. VI. S. 1313 angegebenen Längenmassse sind die noch jetzt geltenden gesetzlich bestimmten. Es ist aber aus einer Abhandlung von STAMPFER [1] Folgendes nachzutragen. Nach einem Patent der MARIA THERESIA vom 14. Juli 1756 wurden Mass-Originale hergestellt und in den Archiven niedergelegt. Im Jahre 1860 erhielt LIESGANIG eine französische Toise aus Paris, verglich diese mit der Wiener Klafter und fand die Toise gleich 1,02764 Wiener Klafter, eine Bestimmung, welche VEGA 1702 völlig genau fand. Am 23. Dec. 1813 wurde in Gegenwart von TRIESNEGGER, BÜRG und v. WIDMANNSTÄTTEN eine abermalige Prüfung vorgenommen und jener Etalon durch Decret vom 20. April 1816 als Urmass der Wiener Klafter bestätigt. Nach einer nochmaligen Untersuchung und Vergleichung einer halben Wiener Klafter mit einem Meter zu Paris durch PRONY setzt STAMPFER 1 Wiener Klafter = 1,8966657 Meter als wahrscheinlich genauestes Verhältniss, und da dieses von dem im Wörterbuche angenommenen = 1,896614 nur um + 0,0000517 abweicht, so können die Bestimmungen ungeändert bleiben.

4) Russische Masse. Da diese nach den englischen bestimmt sind, die Aufgabe der Commission aber nur dahin ging, diesen Bestimmungen gemäss genaueste Normalgrössen anzufertigen, so konnten hieraus keine bedeutenden Abweichungen von den im Wörterbuche mitgetheilten Grössen hervorgehen. Es ist daher nur Folgendes zu bemerken. Nach genauester Wägung wiegt ein Russ. Kubikzoll reines Wasser bei $13\frac{1}{3}^0$ R. im leeren Raume 368,361 Doli, und das Russische Pfund gleicht unter den nämlichen Bedingungen 25,01893 Kubikzoll reines Wasser. Für das Längenmass ist nachzutragen das Werschok, deren 16 auf eine Arschine gehen und welches daher 1,75 Zoll beträgt. Neben dem Handelspfunde, welches in 32 Lth., das Lth. in 3 Solotnik, das Solotnik in 96 Doli getheilt wird, wonach also das Pfund 9216 Doli beträgt, existirt das Medicinalpfund, welches zu $\frac{7}{8}$ des Handelspfundes, also = 8064 Doli bestimmt ist. Das normale Flüssigkeitsmass Wedro von 30 ℔ Wasser bei $13\frac{1}{3}^0$ R. enthält nach der neuesten Bestimmung 750,57 Kubikzoll Wasser; das halbe Wedro also 15 ℔ oder 375,29 K. Z., das Zehntel Wedro oder der Kruschke hält 3 ℔ oder

1 Jahrb. des polyt. Instituts. Bd. XX. S. 145.

Digitized by Google

75,06 K. Z. Wasser und der halbe Kruschke oder Pol-kruschke ein Zwanzigstel Wedro 1,5 ℔ oder 37,53 K. Z. Wasser. Von den Trockenmassen enthält das Tschetwe[rt] oder Tschetwerik 64 ℔ Wasser oder nach der neuen Be-stimmung 1601,22 K. Z. Wasser. Durch Halbiren erhält ma[n] das halbe Tschetwert = 32 ℔, das Viertel Tschetwert od[er] die Tschetwerka = 16 ℔ und das Achtel Tschetwert od[er] das Garnitz = 8 ℔. Hieraus ergeben sich dann folge[nde] Verbesserungen für die im Wörterbuche berechneten Vergle-chungstabellen der russischen Masse und Gewichte mit d[en] englischen und französischen:

a) Die Arschine ist angenommen 0,711203 Met.
beträgt 0,711182 „
Unterschied + 0,000021

b) Das Pfund ist angenommen 1 ℔ 1 oz. 3 dwt. 3 gr. T[r.]
beträgt 1 „ 1 „ 3 „ 8 „
Unterschied — 5 gr.

c) Das Pfund ist angenommen 409,2713 Gramm.
beträgt 409,5174 „
Unterschied — 0,2461 Gramm.

Die unbedeutenden Unterschiede der Flüssigkeits- u[nd] Trockenmasse ergeben sich aus der Vergleichung der h[ier] nachgetragenen und den im Wörterbuche enthaltenen Bes[tim]-mungen.

5) Masse der deutschen Staaten sind, ausser den im Wö[r]-terbuche enthaltenen, im genannten Werke noch versch[iedene] mitgetheilt, wobei zu bemerken, dass der russische Fuss d[em] englischen gleich ist:

Der russische Fuss = 1,05383 Bremer Fuss
= 0,76433 Casseler Ruthenfuss
= 1,05932 „ Werkfuss
= 1,05932 Lübecker Fuss
= 1,00621 Nürnberger Fuss
= 1,07585 Dresdener Fuss.

Die russische Arschine = 1,22954 Bremer Elle
= 1,24863 Casseler Elle
= 1,23590 Lübecker Elle
= 1,25806 Dresdener Elle.

Der Lübecksche Centner hält 112 ℔, das ℔ = 2 Ma[rk]

oder 32 Lth. oder 96 Quentchen oder 512 Richtpfennigtheile und gleicht 1 ℔ 17 Sol. 60,32 Doli.

Der Leipziger Centner hält 110 ℔, das ℔ hält 32 Lth. = 128 Quentchen = 512 Pfennige und beträgt 1 ℔ 3 Sol. 48,95 Doli.

6) Italienische Masse. Ueber die Massbestimmungen in Neapel (S. 1385) ist ein Werk erschienen, nämlich: De la Restituzione del nostro sistema di misure, pesi e moneti alla sua antica perfezione dal Commendatore Carlo Afan de Rivero. Napoli 1838. Die hierin enthaltenen Bestimmungen sind vermöge Ordonnanz vom 6. April 1840 für das Königreich beider Sicilien angenommen worden. Hiernach ergeben sich folgende nicht grosse Verbesserungen. Die Länge, des Palmo ist = 0,264545 Meter oder noch schärfer der 7000ste Theil einer Minute des mittleren Meridiangrades, was der Berechnung nach 0,264569418 Meter und 1 Meter = 3,779726 Palmi geben würde. 7000 Palmi geben ein Miglio, deren 60 auf einen Grad gehen sollen, 10 Palmi die Pertica oder die Canna, die also nicht mehr 8 Palmi halten würde, um die Decimaleintheilung zu haben. Für das Feldmass dient der Moggio von 10000 Quadrat-Palmi. Die Einheit des Gewichts ist der Rottolo mit Decimal-Unterabtheilungen, so dass das Trappeso den tausendsten Theil macht; 100 Rottoli geben den Cantaro. Der Rottolo ist = 0,890997 Kilogramm, doch sollen die alten Gewichtsbestimmungen noch in den Apotheken beibehalten werden. Für trockene Substanzen dient der Tomolo von 3 Kubik-Palmi, welcher in 2 Mezzette oder 4 Quarti oder 24 Misure zerfällt; die Misura enthält also eine halbe Kubik-Palme. Für Flüssigkeiten dient der Barile, ein Cylinder von 1 Palmo Durchmesser und drei Palmi Höhe, der in 60 Caraffe getheilt wird; 12 Barili geben die Botla, einen Cylinder von 3 Palmi Durchmesser und 12 Palmi Höhe. Zu den Längenmassen in Rom (S. 1386) gehört der Passetto der Baumeister von 3 Palmen, welcher 26,362 russ. Zoll gleicht. Der sicilische Fuss = 10,184 russ. Zoll; der venetianische Fuss = 13,672 russ. Zoll wird in 12 Oncie oder Zoll, der Zoll in 12 Lin. getheilt; 5 Fuss machen 1 Passo und 1000 Passi eine Meile. Ausserdem gilt daselbst der Braccio a Seta = 25,08625 und der Braccio di Lana = 26,8695 russ. Zoll. Die Elle (Braccio) von Mailand = 23,387 russ. Zoll wird in 12 Zoll, der Zoll oder die Uncia

in 4 Quarti, der Quarto in 4 Atomi getheilt. Das gross Pfund zu Mailand wird in 25 Unzen, die Unze in 24 Dena abgetheilt, und 1 russ. ℔ ist = 0,53663 dieses grosssen Pfund das kleine Pfund aber wird in 12 Unzen, die Unze in 24 De nari getheilt, und 1 russ. ℔ ist = 1,25228 dieses Pfundes. Da Handelspfund in Ragusa wird in 12 Unzen, die Unze in 1 Drachmen getheilt, 1 russ. ℔ ist = 1,09476 dieses Pfundes; da Handelspfund in Sicilien wird in 12 Unzen, die Unze in 24 De nari getheilt, und 1 russ. ℔ ist = 1,28354 dieses Pfundes. D Libbra grossa von Venedig hält 12 Unzen, die Unze 1 Carat und 1 russ. ℔ ist = 0,85832 dieses Pfundes; die Libb sottile daselbst hält 12 Unzen, die Unze 121,25 Carat, u 1 russ. ℔ ist = 1,35932 dieses Pfundes.

7) Zu den portugiesischen Bestimmungen ist bloss hinz zusetzen, dass es auch halbe (Meias) Canadas und halbe (Mei Quartilhos giebt; ferner wird das Moio in 4 Fangas, d Fanga in 15 Alqueires getheilt, wodurch dann die übrig angegebenen Bestimmungen nach Einschaltung der Fanga ri tig werden.

8) Ausser den im Wörterbuche angegebenen Massbestim mungen finden sich in dem grossen Werke noch folgende, i ich nachträglich kurz hinzusetze.

a) Polen. Nach einem Ukas vom 13. Dec. 1818 ge seit dem 1. Jan. 1819 folgende Bestimmungen. Das Länge mass ist die Elle (Lokieć) von 2 Fuss (Stopa), der F von 12 Zoll (Tsal), der Zoll in 12 Linien, die Linie in Millimeter getheilt, welche Bezeichnung auch in Polen bere die Elle = 576 Millimeter. Zwei Ellen machen eine T (Sążen), die Sznur hält 10 Pręty oder 75 Ellen oder 1 Pręciki (geometrische Fuss) oder 1000 Ławek oder 1 Zoll oder 21600 Linien oder 43200 Millimeter. Die polnis Meile hat 4938$\frac{723}{864}$ Sążen oder 14816$\frac{147}{288}$ Lokieć oder 8534 Millimeter, und wird in 8 Staïe getheilt; die Postmeile ist deutsche. Eine Włoka hat 30 Morgi oder 90 Quadr Sznur oder 506250 Quadratellen. Das Hohlmass Korz enthält 32 Garniec oder 128 Kwarty oder 512 Kwater und beträgt 9259$\frac{7}{27}$ Kubikzoll oder 128 Kubik-Decimeter. D Funt hat 16 Unzen, 32 Loth, 128 Drachmen, 384 Scrup oder 9216 Grains oder 50688 Graniki oder 205504 Mi

gramm. Ein Centner von 100 ℔ hat 4 Kamien, die Tonne (Beczka) hat 100 Garniec.

b) Norwegen. Die norwegischen Massbestimmungen sind die in Dänemark geltenden. Eine genaue Messung ergab den Fuss des norwegischen Etalons = 139,086 Par. Linien, was der (S. 1340) mitgetheilten völlig gleicht.

c) China. Das Längenmass ist die Toise (Tchan), die in 10 Fuss (Tchi) und im Decimalverhältnisse weiter in Tsoun, Fin und Li getheilt wird; sonstige Eintheilungen existiren bloss auf dem Papiere.

Der mathematische Fuss	= 0,333 Met.	= 13,125 engl. Zoll.
Der Werkfuss	= 0,3228 —	= 12,71 —
Der Fuss der Schneider	= 0,3383 —	= 13,33 —
Der Fuss der Geometer	= 0,3211 —	= 12,65 —

Der Bu oder Schritt = 5 Fuss der Geometer; 15 Bu Breite und 16 Bu Länge oder 240 Quadrat-Bu geben 1 Mu, 100 Mu geben 1 Tsin, 180 Tchan oder 1800 Tchi der Geometer geben die chinesische Meile oder Li.

Die Normalgrösse des Gewichts ist das Pfund (Ghin oder Tsin) von 16 Lan, welches in 10 Tchin, 100 Fun, 1000 Li und 10000 Khao zerfällt; 30 Ghin machen das Zsun, 120 das Chi von 174,5 russ. Pfund. Es giebt noch sonstige Abtheilungen und Bestimmungen des Handelsgewichts und überhaupt fehlt eine feste Regelung. Folgendes scheint am richtigsten zu seyn:

1 ℔ Krongewicht (Kkhu pkhine)	= 1 ℔	43 Sol.	53,70 Doli
1 ℔ Handelsgewicht (Chi-Pkhine)	= 1 „	40 „	75,75 „
1 ℔ Kleingewicht (Erl-Lan-Pkhine)	= 1 „	38 „	78,18 „

1 Russ. ℔ = 11,006 Lan.

Die Trockenmasse sind: Dan von 10 Déu, 100 Chen, 1000 Ghé, 10000 Tcho, 100000 Zo, 1000000 Tchao, 10000000 Gui, und das Gui von 64 Su. Alle diese werden angewandt, und daneben noch das Khu, die Hälfte des Dan. Eine Vergleichung dieser Grössen ist nicht angegeben; wohl aber die Bemerkung, dass Flüssigkeiten nach dem Gewicht bestimmt werden.

d) Buenos Ayres. Kupffer giebt die Massbestimmungen nach folgendem Werke: Memoria sobre los pesos y medidas escrita por D. Felipe Senillosa. Buenos Ayres 1835. Hiernach ist das Längenmass die Vara = 0,866 Meter. Die

Cuadra = 150 Varas, die Legua = 40 Cuadras. Ländermasse sind entweder Quadrat-Leguas, oder Suertes de estancia, Vierecke von 3000 und 9000 Varas Seite, also 27000000 Quadrat-Varas. Ausserdem giebt es Suertes de Chacra, Quadrate von 140 Varas Seite in der Stadt und von 100 Varas auf dem Lande. Andere Suertes de Chacra für Viehweiden sind Quadrate von 500 Varas Seite. Die Gewichtseinheit ist das ℔. (Libra) von 33 Kub. Zoll reines Wasser im Puncte der grössten Dichtigkeit, was 459,4 Franz. Gran beträgt. Das ℔ hat 16 Unzen, die Unze 16 Adarmes, die Adarme 36 Gran. Der Centner (Quintal) enthält 4 Arrobas, die Arroba 25 Pfund; die Tonelada hat 20 Centner oder 80 Arroben. Das Medicinalpfund hat 12 Unzen, die Unze 8 Drachmen, die Drachme 3 Scrupel, das Scrupel 2 Ovalos, der Ovalo 12 Gran. Flüssigkeitsmasse sind der Frasco, deren 8 auf 1 Caneca gehen. Der Frasco soll 170⅘ Kubikzoll Wasser enthalten und beträgt also 2,375 franz. Liter. 32 Frascos geben 1 Barile; die Pipa Catalana hält 4 Cargas, die Carga 16 Cortagnes; eine Vergleichung dieser letzteren finde ich nicht angegeben. Trockenmasse sind die Cuartilla von 2464 Kubikzoll Wasser, was 34,318 franz. Litern gleich, und die Fanega von 4 Cuartillas.

e) Ionische Inseln. Daselbst gelten die englischen Masse Yard, Pound und Gallon mit italienischen Namen als Norm, woraus dann folgende Bestimmungen hervorgehen: 1 Jarda = 3 Piedi; 1 Piede = 12 Oncie; 5,5 Jarde = 1 Canneco; 220 Jarde = 1 Stado; 1760 Jarde = 1 Miglio. Libbra sottile = 1 ℔ Troy hat 12 Oncie, die Oncia Calchi, der Calco 24 Grani. Die Libbra grossa = 1 ℔ avoir du poids hat 16 Oncie, die Oncia 16 Dramme. 100 Libbre geben 1 Talanto. Flüssigkeitsmasse sind Gallone von 8 Dicotile, 4 Galloni geben 1 Metro und Metri 1 Barila. Trockenmasse sind die Gallone von Dicotile und das Chilo von 8 Gallonen.

f) Endlich dürften folgende, durch Kupffer nach grossen Modellen erhaltene annähernde Bestimmungen noch von Nutzen seyn.

Die Oka von Constantinopel	=	3	℔	13	Sol.	35,4	Dol.
Die Oka der Moldau	=	3	„	15	„	10,3	„
Die Litra der Moldau . . .	=	0	„	75	„	35,1	„

Halbe Oka der Wallachei	= 1	℔	54	Sol.	42,2	Dol.
100 ägyptische Drams . .	= 0	„	85	„	85,5	„
Aegyptischer Rotl	= 1	„	7	„	32,0	„

Pic von Constantinopel . . , .	26,89	engl.	Zoll.
Endazeh der Türkei	25,70	„	„
Kot der Moldau	24,86	„	„
Khalchi der Moldau	26,43	„	„
Khalchi der Wallachei	26,85	„	„
Endazeh der Wallachei	25,24	„	„
Faden (6 Fuss) der Wallachei	58,5	„	„
— (8 Fuss) der Wallachei	78,0	„	„
Pic Massri von Aegypten . . .	22,21	„	„
Pic Endazeh — — . . .	25,05	„	„
Pic Stambuli — . . .	26,65	„	„
Cassabeh — — . . .	142,80	„	„

…s, bestimmtes Flüssigkeitsquantum. Wiener. VI. 1321. würtembergi…he. 1363. baiersche. 1367. hessische. 1372. badische. 1376.
…se. chemische. I. 341. IX. 2044. bewegte. I. 925. der Planeten …d deren Bestimmung. IV. 1645. VI. 1392. Mittelpunct der Masse. …297.

…rie. VI. 1393. Wesen nach den alten Philosophen. 1395. Ato…lehre nach EPIKUR. 1396. nach LE SAGE. 1397. die Elemente …s Aristoteles. 1397. System des CARTESIUS. 1398. des R. BOYLE. …399. Skeptiker und Idealisten. 1401. LEIBNITZ'S Monadologie. …402. Theorie des BOSCOVICH. 1403. KANT'S Dualismus. 1409. …gner desselben. 1417. und Vertheidiger. 1419. SCHELLING'S Natur…losophie. 1422. und HEGEL'S. 1424. Wesentliche Eigenschaften …r Materie. 1426—1429. Theilbarkeit derselben. 1432. Begriff des …rpers. 1436. Atome und deren stabiles Gleichgewicht. 1437—1441. …chiometrie. 1442. Grösse der Elemente. 1445. BROWN'S Molecu…rbewegungen. 1448. organische und unorganische Materie. 1450—…62. belebte. 1453. Verwandlung der Materie. 1463. relative Ei…nschaften der Körper. 1466. Gleichgewicht der Kräfte bei den …rpern. 1468. elektrische Materie. III. 233.

Zus. Aus Rücksicht auf die Bedeutsamkeit der Autorität …ge hier bemerkt werden, dass der berühmte FARADAY[1] …i gegen die Existenz der Atome und für die Hypothese

---

…Lond. and Edinb. Phil. Mag. 1844. Febr. Bibl. univ. de Gen. …Sér. N. 102. p. 359. Aehnliche Ansichten äussert SCHÖNBEIN in: …die Häufigkeit der Berührungswirkungen auf dem Gebiete der Che…Bas. 1843. 4. und wendet sie zugleich an auf die Wirkungen des …almiaks.

Digitized by Google

Boscovich's erklärt. Die Argumente gegen die Existenz d
Atome entnimmt er theils aus dem verschiedenen elektrisch
Leitungsvermögen der Körper, sofern man dieses ohne Wi
spruch weder den Atomen, noch dem sie umgebenden Ra
beilegen könne, theils aus dem wechselnden, der Atome
nicht stets proportionalen Volumen bei chemischen Verbindu
Angemessener sey es daher, statt der Atome mathemati
oder vielmehr Kräftepuncte anzunehmen. Die mathemati
Puncte verlässt Faraday bald, hätte sie aber gar nicht er
nen sollen, weil sie sich bekanntlich nicht summiren lassen
daher eine unendliche Menge derselben immer noch k
Körper vom kleinsten Volumen giebt; die Kräftepuncte d
gen denkt er sich als Centra mit unendlich weit durch
unendlichen Raum ausgebreiteten Sphären. Die Centra
Kräfte, meint er, könnten dann in einander übergehe
man vermeide die Schwierigkeit der Vorstellung der l
Räume, begreife vielmehr zugleich die allgemeine A
der Materien.

Die Aufzählung der inneren Widersprüche dieser
widerlegten Hypothese ist unnöthig; merkwürdig bl
stets der Umstand, wie es zugehe, dass man die V
von selbstständigen Kräften und deren Mittelpuncten für
halten könne, als von Atomen, da wir doch auf den
der Erfahrung der letzteren so nahe kommen, als un
stellungsvermögen überhaupt gestattet. Gehen wir nämlich
von apriorischen, durch unklare Worte bezeichneten
Begriffen, von der jedem Menschen unabweisslich geg
fahrung aus, und nehmen wir irgend einen Körper
zugleich die ihn bildende erkennbare Materie, z. B. ein
chen Kalkspath, dessen Dimensionen, also dessen Räu
vorstellbar ist, so können wir uns dieses als halbirt, di
wieder als halbirt und so stets fortgehend denken, oh
das immer kleiner werdende Volumen seine Wesenheit,
seine Räumlichkeit, seine Ausdehnung gänzlich verliert.
Untersuchung der gegebenen Materie führt also nach
matischer Naturphilosophie nothwendig zur Annahme vo
men, d. h. nicht weiter theilbaren kleinsten Theile
Materie; die Grenze ihres geringsten Volumens wird b
durch die individuelle Vorstellungskraft kleinster Dimen
und durch die allgemeine Unfähigkeit des endlichen Verst

as unendlich Kleine sich klar vorzustellen. Die wirklich gegebene Materie aber, sollte man glauben, sey allein das Object der Naturforschung und jede andere müsse ausgeschlossen bleiben. Dass aber die in der Körperwelt gegebene Materie Kräfte (Ursachen ihrer Veränderungen und Wirkungen) habe, abermals Resultat der Erfahrung. Ob es ausser der, von Naturforschung auszuschliessenden, Geisterwelt selbstständige Kräfte gebe, ist bis jetzt durch Erfahrung nicht darthan, wir dürfen sie daher nicht annehmen, noch weniger r als die Materie bildend betrachten.

iematik. VI. 1473. Arithmetik, Analysis, Algebra. 1474. Geotrie. 1475. angewandte Mathematik. 1477. dient zur Prüfung der pothesen. 1480.
rbrecher der Alten. Kraft derselben. VIII. 1094.
rquadrant. S. **Quadrant.** VII. 1015.
trommel oder Mundharmonica; musikalisches Instrument. VIII.

r'sche Röhre. I. 1266. VII. 975. X. 1285.
anik. VI. 1487. bei den Alten. 1488. 1489. Statik bei den ern. 1490. Princip der virtuellen Geschwindigkeit. 1492—1496. icip der kleinsten Wirkung. 1496. Geschichte der Hydrostatik. 7. angewandt auf die Gestalt der Erde. 1499. Geschichte der amik. 1501. Galilei's Fallgesetz. 1502—1506. Pendelbewegung. 1. Mittelpunct des Schwunges. 1510. Princip der lebendigen fte. 1512. Princip des Gleichgewichts der Kräfte. 1518. Ausbil- der Hydrodynamik. 1523. Grundzüge der Statik; fortschreitende egung. 1528. drehende Bewegung. 1532. Grundzüge der Dyna- ; fortschreitende. 1540. beschleunigende und bewegende Kraft, k, Gewicht. 1541. drehende Bewegung. 1546. Allgemeine Beungen. 1548. Theorie des Hebels. 1548—1554. Schwerpunct. Bewegung einzelner Körper. 1559. einzelner Körper durch alkräfte. 1566. Problem der drei Körper. 1570. allgemeine ze der Bewegung. 1572. Literatur der Mechanik. 1579—1585. nik nach Kant. 1411.
n. IX. 1712. **Meconsäure.** 1698.
aalgewicht. französisches. VI. 1288 englisches. 1301. Wie- 1317. preussisches. 1328. dänisches. 1341. niederländisches. würtembergisches. 1362. baiersches. 1366. badisches. 1375. ieines deutsches. 1377—1380. piemontesisches. 1384. toscani- 1386. portugiesisches. 1388. spanisches. 1389. russisches, itanisches. S. **Mass.**
ius. griechisches Mass. VI. 1244.
ie See, der Ocean. VI. 1585. Ufer. 1586. Spiegel. 1587. muss chheiten haben. 1589. Aenderung im Ganzen. 1591. Sinken stsee. 1595. sonstige Senkungen und Hebungen des Landes.

Digitized by Google

1601. Tempel des Jupiter Serapis. 1606. Coralleninseln. 1608. M
resboden. 1610. Tiefe des Meeres. Bathometer. 1611. gem
Tiefen. 1616. Seewasser, Geschmack, Geruch. 1619. Apparate
Heraufholen, Bathometer nach Parrot. 1619. specifisches Gew
1625. aufgelöste Salze. 1646. deren Ursprung. 1650. Mittel
Trinkbarmachung. 1652. Temperatur der Meeresoberfläche.
eingeschlossener Meere. 1668. Einfluss der Tiefe. 1669.
Tiefe veränderliche Temperatur. 1682. hohe Temperatur des B
im Polarmeere. 1684. Kälte über Untiefen. 1687. Gefrieren
Meeres. 1690. III. 140. 141. Meereis. VI. 1695. Eisblink.
Torossen und Polinjen. 1702. Das See-Rossol. 1704. süsses
ser des Meereises. 1705. specifisches Gewicht. 1706. Durchs
keit des Seewassers. 1707. und Farbe. 1709. Leuchten des M
264. 1716. Bewegungen. 1734. Rollen der See. 1735. Wellen.
X. 1281. deren Höhe. VI. 1740. X. 1283. Tiefe. VI. 1742
schwindigkeit. 1743. X. 1292. Breite. VI. 1744. Wasserw
Brandung, Brecher. 1747. Gewalt der Wellen. 1749. Besänf
der Wellen durch Oel. 1750. Meeresströme. 1756. Aequ
strömung. 1759. Golphstrom. 1760. sonstige Meeresströme.
eingeschlossene Meere. 1768. Salzgehalt und Vertiefung de
telländischen Meeres. 1770. 1771. 1916. Verhalten der Ostsee.
Meeresstrudel. 1773. Scylla und Charybdis. 1774. Veränd
der Erdoberfläche durch dasselbe. IV. 1314.

Zus. Daussy will durch Beobachtungen zu Lorient
Brest gefunden haben, dass die mittlere Höhe des Meere
gels bei hohem Barometerstande geringer sey, als bei
wogegen Lubbock behauptet, der Luftdruck habe auf di
lere Meereshöhe gar keinen Einfluss[1]. In Beziehung au
Ostsee ist diese Frage bereits erörtert (Bd. VI. S. 159
neuerdings abermals durch Hällström behandelt worden[2].
beruft sich zuerst auf eine ältere Abhandlung von Gissle[3]
cher beobachtet hatte, dass der Wasserspiegel sank, we
Barometer stieg, und umgekehrt, und demnächst auf ei
reits genannte von Schulten[4], welcher die Ursache der
chen Höhe des Ostseespiegels gleichfalls im veränder
Luftdrucke findet, aber nicht glaubt, dass der Wind das
ser vor sich her treibe. Aus Beobachtungen zu Algier f
Aimé gleichfalls, dass das angegebene Verhältniss zw
Luftdruck und Wasserhöhe des mittelländischen Meeres

1 Ann. Chim. et Phys. T. LXIII. p. 304.
2 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 626.
3 In Kongl. Svenska Vet. Acad. Handl. 1747. T. VIII. p. 14
4 Ebend. 1806. p. 79. Gilb. Ann. XXXVI. 314.

finde[1]. Hällström zeigt aber, dass die für die Ostsee aus dem Luftdruck berechnete ungleiche Höhe von 3,5 Fuss, also 1,75 F. über dem Mittel, sehr häufig übertroffen wird, und ist daher geneigt, die Ursache in der Windrichtung zu finden, sofern Nord- und Ost-Winde mit hohem Barometerstande zusammenfallen. Hierbei beruft er sich auf die Messungen, welche [...]nasch zu Pillau von 1815 bis 1834 angestellt hat[2], wonach das Wasser an der preussischen Küste bei jenen Winden über steht. Wegen vieler zu Algier und an der Ostsee vorkommender Anomalieen müssten an verschiedenen Uferorten gleichzeitige Beobachtungen angestellt werden. An der Küste Malta's beobachtete S. Napier[3] gleichfalls ungewöhnliche Oscillationen. Am 21. Juni 1843 Morgens 6 Uhr stieg das Was[ser] 18 Z. über den mittleren Spiegel und sank nachher 3,5 Fuss [unt]er denselben; am 25. desselben Monats stieg es erst 2,5 Fuss [un]d sank dann 3 Fuss unter den mittleren Spiegel. Eine Ur[sac]he wird nicht angegeben.

Das specifische Gewicht des Seewassers von 14 verschiede[nen] Orten zwischen 35°,4 s. B. und 50°,25 n. B. bestimmte G. [M]ulder[4] schon im Jahre 1835. Die bei 54° F. gefundenen [Gr]össen schwanken zwischen 1,02891 und 1,02551, letztere [Best]immung aus der Nordsee; alle übrige gehen nicht unter [1,0]2711 herab und geben mit Ausschluss der letzten im Mit[tel] 1,027601. Zwei Jahre später suchte er diese Bestimmung [an] Wasser aus den nämlichen Gegenden und fand bei 50° F. [die] Dichtigkeiten von gleichfalls 14 Proben zwischen 1,0282 [und] 1,0237. Das letzte Wasser war gleichfalls aus der [Nor]dsee, und mit Weglassung dieser Grösse ist das Mittel [1,02]75[5].

Morren fand zu St. Malo, dass der Gehalt des Seewassers [an] Sauerstoffgas und Kohlensäure nach den Tageszeiten wech[selt]. Er fand nämlich auf 100

Morgens	13	Kohlensäure,	33,3	Sauerstoffgas
Mittags	7	—	36,2	—

---

[1] Ann. Chim. et Phys. T. LXXIII. p. 416.
[2] Poggendorff Ann. Bd. XXXVI. S. 209.
[3] Lond. and Edinb. Phil. Mag. 1844. Jun.
[4] Aus Natuur en Scheikundig Archief. N. 2 in Poggendorff Ann. [X]XXIX. S. 507.
[5] Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 498.

Digitized by Google

Abends 10 Kohlensäure, 33,4 Sauerstoffgas.

Hiernach enthält das Seewasser mehr Sauerstoffgas als Flusswasser, welches nach v. HUMBOLDT und GAY-LUSSAC höchst 32 Sauerstoffgas enthält und durch Stehen davon verliert[1].

Ueber die absolute Höhe und Tiefe der Wellen (VI. 17 sind schätzbare Beobachtungen hinzugekommen. PENTLAND die Höhe derselben auf gleiche Weise als v. HORNER fand sie während eines Sturmes in der Nähe von Cap 20 engl. Fuss[2]. AIMÉ verfertigte einen sehr zusammenge ten Apparat, um die Tiefe zu messen, bis zu welcher Oscillation der Wellen herabgehen, und fand auf der zu Algier die Höhe 2 bis 3 Meter, die tiefsten Spuren Bewegung aber bis 40 Meter Tiefe herabgehend[3].

Ueber Meeresströmungen giebt RENNEL[4] sehr ausfü und belehrende Aufklärungen.

Meerbarometer. S. **Barometer.** I. 796.
Meerenge von Gibraltar. deren Entstehung. IV. 1317.
Meeresspiegel. S. **Meer.** V. 1587. des mittelländischen und der Nordsee. S. **Meteorologie.** VI. 1916.
Meerhorizont. Vertiefung desselben. VIII. 1147.
Meertrompete. Musikalisches Instrument. VIII. 193.
Megaëlektrometer. III. 648. so viel als Megameter. 663.
Mehlthau. IX. 707.
Meile. im Allgemeinen, von mille, 1000 Schritt. VI. 1775. meines Normalmass vorgeschlagen. 1258. ägyptische. 1232. 1237. römische, französische (Leuca gallica, jetzt Lieue). 177 sche oder geographische. 1777. Tabelle der gebräuchlich Vergl. **Mass.**
Meionobarische oder **Meizonobarische Linie.** V
Mengung, der Mischung entgegenstehend. IX. 1858. der G vergl. VI. 1043.
Meniscus. II. 249. VI. 378.
Mennig. I. 981.
Menschen. versteinerte. IV. 1299. specifisches Gewicht d 1577. Quantität der Wärmeerzeugung durch dieselben. S. **Hei** V. 166.
Mercaptan. IX. 1702.
Mercur. Atmosphäre desselben. I. 514. Durchgang durch die S scheibe. II. 684. 697. Perioden dieser Durchgänge. 687.

---

1 L'Instit. XIme Ann. N. 522. p. 446.
2 Compt. rend. T. V. p. 703. Poggendorff Ann. Bd. XLII. S
3 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 417.
4 Investigation of the Currents of the Atlantic Ocean. Lond

selben. VI. 1779. 2459. Masse und Dichtigkeit. 1780. physische Beschaffenheit. 1781.
ergel. bunter, Sandmergel. III. 1089.
eridian. astronomischer. I. 132. III. 840. VI. 1782. giebt die obere und untere Culmination der Gestirne. 1783. der irdische ist zugleich Breitenkreis. 1784. erster. III. 841. VI. 1—4. 1785. Einfluss der Meridiane auf Zeitbestimmung. 1786.
eridian. magnetischer. I. 131. erster. VI. 1035. meteorologischer. IX. 566.
ridiankreis. VI. 1787. IX. 730. Rectification desselben. VI. 1791. Nachtrag zu Art. **Aequatoreal.** 1805.
sas in America. III. 1138.
smerismus. S. **Magnetismus,** animalischer. VI. 1151.
sscompass. S. **Compass.** II. 184.
sserschneide. bei Waagen. X. 19.
acentrum bei Schiffen. dessen Bestimmung. VIII. 691. 694.
alle. VI. 1814. verschiedene Arten. 1815. durch Reibung elektrisch. 140. elektrisches Leitungsvermögen. 155.
allbaum. IV. 658. VI. 1815.
alloide. VI. 1816.
allreiz. galvanischer Reiz. IV. 555.
allspiegel. VIII. 922. vergl. **Teleskop.** IX. 126 ff. **Zurückwerfung.** X. 2453.
allthermometer. S. **Thermometer.** IX. 988.
allurgie. VI. 1816.
allvegetation. VI. 1815. durch die einfache galvanische Kette. IV. 658.
amerie. IX. 1976.
eore. Arten derselben. S. **Meteorologie.** VI. 1818.
eorologie. Witterungslehre, Witterungskunde, Meteoromanthie, Atmosphärologie. VI. 1817. Geschichte. 1820. Führung der Register. 1827. 2044. die Societas Palatina. 1830. meteorologische Werkzeuge. 1834. Nachtrag zu Barometer. 1835. zu Hygrometer. 1973. zu Atmosphäre. 1989. zu Gewitter. 2008. zu Hagel. 2011. zu Nebel. 2025. zu Nordlicht. 2026. zu Regen. 2029. Gang der Witterung und bedingende Ursachen. 2043. Perioden der Witterung. 2050. Einfluss der Himmelskörper. 2051. des Mondes. 2052. auf Barometerstand und Regenmenge. 2066. Witterungsregeln. 2074. Vorzeichen der Witterung. 2079. aus der Thierwelt. 2082.
eorstein. Meteorolith. Mondstein. VI. 2084. ältere Nachrichten von ihnen. 2084. neuere Erfahrungen. 2085. Menge derselben. 2087. Beschaffenheit derselben. 2090. Meteoreisen. 2093. 2106. sonstige Massen. 2096. ihre Bestandtheile. 2102. Analysen, namentlich von BERZELIUS. 2108. Hypothesen über ihren Ursprung. 2115. aus dem Monde. 2124. Berechnung der erforderlichen Wurfgeschwindigkeit. 2125. aus dem Weltraume. 2141.

Digitized by Google

Zus. Für den lunarischen Ursprung entschied sich
GROTTHUSS[1]. Das in Russland angeblich vom Himmel gefall
Meteorsteinpapier ist nach EHRENBERG'S Untersuchungen
Gebilde aus Conferven und Infusorien[2].

Ein interessanter Meteorsteinfall war der von DE BYLA
obachtete, worüber v. HUMBOLDT[3] Bericht erstattet hat.
Stein fiel den 16. Sept. 1843 ungefähr 5 U. Abends in
Kartoffelfeld unweit Klein-Wenden im Wipperthale. Der
mel war durchaus wolkenleer, man hörte die starke Expl
und das nachfolgende Prasseln; der Stein wiegt 5 ℔ 11,75
zen, gleicht sehr dem von Erxleben, hat die öfters vorkomm
Gestalt eines vierseitigen Prisma's, war zwischen 4 bis 5 Z
in das trockne und harte Kartoffelfeld eingedrungen, und
eine Hitze, dass er erst nach einiger Abkühlung herausge
men werden konnte. Da die Thatsachen nach v. HUM
für genau constatirt gelten können, so lässt sich aus der
des Eindringens in ein zwar damals hartes und trock
aber auf jeden Fall geackertes Feld nach mehreren regner
Monaten folgern, dass seine Endgeschwindigkeit nicht s
war, als sie nach der Fallhöhe seyn musste; die Zu
drückung der Luft konnte also seine Hitze nicht erzeu
ben, und der Widerstand derselben war schwerlich verm
seine Bewegung, wenn er schon in den höchsten Regio
compacte Masse existirt hätte, so sehr zu verzögern, als
Endgeschwindigkeit anzunehmen nöthigt. Hieraus schein
die im Art. aufgestellte Hypothese eine bedeutende U
stützung zu erhalten, und ich glaube hierauf hindeuten zu
sen, da völlig genau constatirte Thatsachen zu den S
ten gehören.

Zur Bestimmung der Höhe und des Durchmesser
grösseren Feuerkugeln hat PETIT[4] die Parallaxen einiger
dings beobachteten berechnet. Für diejenige, welche
Nacht vom 4. zum 5. Jun. 1837 zu Vesoul, Cusset und N
bronn gesehen wurde, ergiebt sich in wahrscheinlich seh
näherten Werthen der geringste Abstand von der Erde = 2

---

1 Allg. Nord. Ann. Bd. VII. S. 1.
2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVI. S. 187.
3 L'Institut. 12me Ann. N. 540. p. 154.
4 Compt. rend. T. XIX. p. 779.

Meter oder 68 Lieues, und eine Geschwindigkeit von 32450 Meter in der Secunde, also eine grössere als die der Erde, welche damals 30908 Met. in 1 Sec. betrug. Den Durchmesser berechnet KUHN, welcher sie zu Niederbronn beobachtete, zu 2434 Meter. Weniger sicher sind die Bestimmungen für die Feuerkugel, welche am 18. Aug. 1841 zu Bourg-la-Reine, zu Paris und zu Rheims gesehen wurde, nämlich für den Augenblick des Erlöschens Abstand von der Erde 730400 Meter und Durchmesser 3906 Meter. Noch weniger zuverlässig sind sie für die am 9. Febr. 1841 zu Toulouse, Paris, Agen und Carcassonne gesehene, die einen Abstand = 155404 Meter von der Erde hatte.

ter. dessen Bestimmung. VI. 1264. 1269.

thode der kleinsten Quadrate. I. 901. X. 1183. 1200. 1212.

thylenäther. IX. 1703.

treta. griechisches Mass. VI. 1244.

tronom. Taktmesser. S. **Pendel.** VII. 399. SCHEIBLER's. VIII. 311.

smen. I. 475. der Pontinischen Sümpfe. 476. überhaupt. VI. 2000.

roaräometer. I. 393.

rocalorimeter. LESLIE's. S. **Differenzialthermometer.** II. 535. sonstige. S. **Thermometer.** IX. 996. 1011.

roelektrometer. III. 648. so viel als Mikrometer. 663. 664. COULOMB's. 692.

rogasometer. VI. 2152.

rogen. VI. 643.

rometer. mikroskopisches von RAMSDEN. I. 566. im Allgemeinen. VI. 2155—2157. allgemeine Bedingungen eines Mikrometers. 2158. paralleles Fadennetz-Mikrometer. 2160. Netze mit geneigten Fäden. 2166. Bradley'sches Netz. 2168. Kreismikrometer. 2169. Schraubenmikrometer. 2175. Positionsmikrometer. 2176. Objectivmikrometer und Differenzialsextant. 2178. Zenithmikrometer. 2179. Bergkrystallmikrometer. 2181. Mikrometer bei Mikroskopen. 2183. 2259 ff.

roskop. Erste Erfindung desselben. VI. 2187. eigentliche Brillen waren den Alten unbekannt. 2188. die ersten Mikroskope waren einfache. 2190. LIEBERKÜHN's Sonnenmikroskop. 2192. und ADAM's Lampenmikroskop. 2193. optisches Verhalten einer convexen Linse. 2194. einfaches Mikroskop. 2196. kleine Glaskugeln. 2200. Krystalllinse der Augen kleiner Fische. 2204. Edelsteine. 2204. Diamantlinse. 448. mikroskopische Doppellinsen. 2207. zusammengesetzte Mikroskope mit zwei Linsen. 2213. mit drei Linsen. 2217. mit vier. 2220. allgemeine Wirkungen einfacher Linsen. 2226. Theorie der Doppeloculare. 2238. erste Classe der Doppeloculare. 2241. zweite Classe. 2243. achromatische Doppeloculare. 2245. erste Classe.

Digitized by Google

2246. Spiegelmikroskope. 2251. Sonnenmikroskop. 2253. Lampenmikroskop. 2254. Bestimmung der Vergrösserung. 2255. Massapparate. Glasmikrometer. 2259. Doppelbildmikrometer und Schraubenmikrometer. 2261. äussere Einrichtung. 2263. Beleuchtungsapparat. 2264. Vergleichung verschiedener Mikroskope. 2265. Beleuchtung. 2269. Zubereitung der zu untersuchenden Gegenstände. 2270. Literatur. 2273. Beschreibung eines Mikroskops von PLÖSSL. 22… Knallgas-Mikroskop. X. 988.

Zus. Unter die besten und preiswürdigsten Mikroskope gehören die von George OBERHAEUSER in Paris, Place Dauphine N. 8. A. FISCHER hat ein sogenanntes **pankratisches** Mikroskop beschrieben, welches durch blosses Ausziehen der Röhre ohne Unterbrechung der Beobachtung eine mehr als hundertfache Steigerung der Vergrösserung gestattet[1].

Milchsäure. IX. 1698.

Milchstrasse. IV. 329. VI. 2281. X. 1374. besteht aus einzelnen Sternen. VI. 2282. sogenannte Kohlensäcke. 2285. Aufbrechen der Milchstrasse. 2287.

Milchzucker. IX. 1713.

Millier. französisches Mass. VI. 1272.

Milligramm. VI. 1272. **Milliliter.** 1272. **Millimeter.** …

Millilitrimeter. IX. 90.

Mine. griechisches Gewicht. VI. 1245.

Mineralogie. VI. 2288.

Mineralquellen. S. **Quelle.** VII. 1093.

Mischkunde. S. **Chemie.** II. 92.

Mischung. I. 279. chemische. IX. 1858. Mischungsgewicht. … Temperatur der Mischungen. I. 641. specifisches Gewicht der… IV. 1559.

Mischungen, Methode der, zur Bestimmung der specifischen W… X. 669.

Mischungsverhältniss. durch Lichtbrechung bestimmbar. …

Mistral. X. 1931. 1947. dessen Wirkungen. 2045.

Mittag. Mittagsgegend, Mittagszeit. VI. 2290. wahrer und mittlerer. 2291. und dessen Bestimmung. X. 2361.

Mittagsfernrohr. II. 683. VII. 296. X. 2396.

Mittagslinie und Mittel, sie zu finden. VI. 2291.

Mittagsuhr. S. **Sonnenuhr.** VIII. 895.

---

1 Microscope pancratique par A. FISCHER. Moscou 1841. Messapparate findet man beschrieben in: Manuel complet de Micrographie … Ch. CHEVALIER. Beschreibung der Mikroskope und Hülfsapparate mit Anweisungen zu ihrem Gebrauche findet man in: Nouveau Manuel complet de l'observateur au Microscope, par F. DUJARDIN. Par. 1843. Nebst Atlas von 30 Stahlplatten.

Mittelländisches Meer. Strömungen, Salzgehalt, niederer Spiegel. S. **Meer.** VI. 1767.
Mittelpunct. VI. 2295. des Schwunges. 1510. 2298. der Kräfte. 1528. der Anziehung. 2295. II. 121. des Gleichgewichts. VI. 2296. der Kräfte und der Masse oder der Trägheit. 2297. phonischer. 2298. Schwingungen der Flächen nach der Kante. 2300. nach der Fläche. 2302. Schwingungen der Körper. 2304. Mittelpunct des Stosses. IX. 1153. und der Umdrehung. VI. 2306. VIII. 1090. der Schwere. S. **Schwerpunct.** VIII. 639. des Widerstandes. X. 1789. der magnetischen Kraft. VI. 764. 804.
Mittelpunctsgleichung. I. 292. IV. 1604. IX. 1600.
Mitternacht. Mitternachtgegend, Mitternachtzeit. VI. 2310.
Mittheilung. der Bewegung. I. 923. der Elektricität. III. 278. 313.
Mittlerer Planet. VI. 2310. Anomalie, wahre. 2311. mittlere. 2313.
Mittlere Sonne. VIII. 905. 1035. 1222.
Mittönen. VIII. 274. vergl. **Interferenz.** V. 775.
Moderator der Dampfmaschinen. II. 471.
Modulus der Elasticität. III. 220. 222—224.
Mofetten. IX. 2329.
Molasse. Gebirgsart. III. 1091. 1092.
Molecule der Körper und deren Bewegung. VI. 1448. 1468. Molecularattraction. II. 131.
Molybdän. Wasserbleimetall. VI. 2315.
Moment. statisches. VI. 2316. beim Hebel. 2317. bei der fortschreitenden Bewegung. 2319. mechanisches und der Trägheit. 2323. V. 964. Trägheitsmomente der Hauptaxen verschiedener Körper. 2329. vergl. **Mechanik.** VI. 1499.
Monaden. nach Leibnitz. VI. 1403.
Monat. VI. 2333. siderischer. 2333. tropischer und synodischer. 2334. anomalistischer und Sommermonat. 2335. Namen bei den Juden. 2339. den Mohamedanern. 2340. Ursprung unserer Monatsnamen. 2341.
Mond. VI. 2342. Einfluss auf die Atmosphäre I. 498. 929°. und auf die Winde. X. 2116. auf die Gewitter. IV. 1589. auf die Meteore. VI. 2052. dessen Licht. 226. schwärzt condensirt das Hornsilber nicht. 306. erwärmt nicht. I. 1206. X. 663. magnetisirt Stahlnadeln. VI. 876. scheinbare Grösse beim Auf- und Untergange. IV. 1452. V. 260. VI. 2350. Bahn und Umlauf um die Erde. VI. 2344. X. 1604. siderischer, tropischer. VIII. 871. anomalistischer, synodischer. 872. vergl. IX. 56. Umlaufszeit. IX. 1263. Bewegung. 1242. Entfernung von der Erde. VI. 2346. Grösse. 2348. Masse und Dichtigkeit. 2354. grosse Störungen des Mondlaufs. 2356. Problem der drei Körper. 2357. Variation und Evection. 2362. IX. 1600. verändert seine Entfernung. 1669. kleinere Störungen. VI. 2364. Länge und Horizontalparallaxe. 2366. Breite. 2367. Acceleration der mittleren Bewegung. 2368. Grösse der Erde aus Mondsbeobachtungen. 2380. Rotation. 2384. Libration. 2387. 2389. 2390. Lichterscheinungen des Mondes. 2393. dienen zum Finden der Parallaxe des

Digitized by Google

Mondes und der Sonne. 2394. Ansicht der Erde vom Monde aus. 2398. Aschfarbiges Licht des Neumonds. 2400. VII. 87. Erscheinung des vom Monde aus gesehenen Himmels. VI. 2401. Temperatur des Mondes. 2405. Atmosphäre. I. 509. VI. 2406. Dämmerung auf demselben. I. 512. Beschaffenheit der Mondoberfläche. VI. 2409. Ringgebirge oder Wallebenen und Krater. 2413. Kettengebirge oder Bergkegel, Rillen oder Bergadern. 2414. Schluchten oder Löcher und sogenannte Meere. 2415. Ulloa's Loch im Monde. 2424. vergl. **Vollmond.** IX. 2081. Monde der Planeten. S. **Trabanten.** IX. 1022. und **Nebenplaneten.** VII. 63. des Jupiter. X. 16.. des Saturn. 1609. des Uranus. 1610. der Venus. IX. 1066. 15..

Mondcirkel. II. 252.

Mondculmination als Mittel der Längenbestimmung. VI. 20.

Monddistanzen. als Mittel der Längenbestimmung. VI. 26. deren Berechnung. 31.

Mondfinsterniss. älteste bekannte. I. 410. Beschreibung und Berechnung. IV. 251. Grösse. 257. Nachtrag. VI. 2443. IX. 1.. Vorausberechnung derselben. VI. 2444. IX. 1751. Berechnung ... Sonnenfinsternisse. VI. 2446. vergl. **Vollmond.** IX. 2081. ... nen zur Längenbestimmung. VI. 8.

Mondhöhen. Mittel zur Längenbestimmung. VI. 25.

Mondjahr. S. **Jahr.** V. 666. 674. der Juden. 675.

Mondlicht. VI. 226. verdichtetes erwärmt nicht. I. 1206. ... und schwärzt Hornsilber nicht. VI. 306. magnetisirt Stahlnadeln ... chemische Wirkungen. S. **Daguerrebilder.**

Mondphasen. S. **Phasen.** VII. 466.

Mondregenbogen. S. **Regenbogen.** VII. 1319.

Mondsteine. S. **Meteorstein.** VI. 2084.

Mondtafeln. deren Verfertigung. VI. 27. X. 213.

Monochord. VI. 2450. verbessert durch Fischer. 2452. und ...ber. 2453. dient zur Erzeugung der Klirrtöne. 2455.

Montgolfiere. I. 242. deren Theorie. 242. 245. 251. Tragkraft ...

Moor. Morast. VIII. 1233.

Moorbrennen. S. **Nebel.** VII. 50.

Moräne. bei den Gletschern. III. 135.

Morgen. Morgengegend. VI. 2457. **Morgenpunct.** Ostpunct. 24..

Morgenröthe. S. **Abendröthe.** I. 4. V. 257.

Morgenstern. VI. 2458. eigentlich Venus, aber auch Mercur kann es seyn. 2459.

Morgenuhr. S. **Sonnenuhr.** VIII. 896.

Morgenweite. steht der Abendweite entgegen. V. 516. VI. 2460.

Morphium. IX. 1716.

Mortalitätstafeln. X. 1199.

Moskestrom. oder Mahlstrom. S. **Meer.** VI. 1773.

Mühle. Barker's ohne Rad und Trilling. II. 419. V. 552. VII. 11..

Zus. Die Vorzüge dieses Rades, bei welchem gar k...

Wasser ungenutzt und ohne Ausübung seiner ganzen Kraft verloren wird, leuchten von selbst ein. Aus Privatmittheilungen ist mir bekannt, dass Althans auf der Saynerhütte am Rhein dasselbe mit dem besten Erfolge in Anwendung gebracht hat, allein ausserdem ist dieser Apparat durch ihn wesentlich verbessert und dadurch zu einem der wichtigsten unter allen bewegenden hydraulischen geworden. Es ist nämlich (Wörterb. Bd. X. S. 1252) hervorgehoben worden, dass bei einem bis etwa 40 Fuss Höhe erreichenden Wassergefälle ein Cylinder von dieser Höhe kaum praktisch ausführbar seyn dürfte, allein dieser Schwierigkeit ist so sinnreich begegnet worden, dass wasserarme, aber hochliegende Quellen, sollten sie auch 1000 Fuss Höhe haben und in nicht unbedeutender Entfernung vorhanden seyn, ohne sehr grosse Schwierigkeiten für diesen Zweck benutzt werden können. Man leitet nämlich das Wasser in hinlänglich weiten Röhren von der erforderlichen Stärke bis an die bestimmte Stelle und führt es daselbst durch eine lothrecht stehende kurze konische Röhre in den Cylinder von beliebiger, den Umständen angemessener Höhe. Es leuchtet von selbst ein, dass das in den Cylinder dringende Wasser den nämlichen Druck ausübt, als wenn der Cylinder die ganze Fallhöhe hätte; von der bei gewöhnlicher Construction vorhandenen Fallgeschwindigkeit kann nur so viel in Wirkung kommen, als diese nicht durch den Widerstand in den Röhren gehindert wird, weswegen letztere die gehörige Weite haben müssen (s. Röhre Bd. II. S. 1411). Die zu erreichende Nutzkraft lässt sich hiernach leicht berechnen. Wenn nun durch diese kurze Andeutung eine höchst einfache, aber erst jetzt gemachte wichtige Erfindung deutlich genug dargestellt ist, so ergiebt sich zugleich ihr Vorzug vor der Wassersäulenmaschine von selbst, indem bei ihr die Reibung des Cylinders auf ein Minimum gebracht werden kann, wenn man dessen Gewicht gerade so einrichtet, dass er eben durch den Wasserdruck nicht gehoben wird. Althans hat indess dieser Erfindung noch eine zweite, ebenso sinnreiche hinzugefügt. Unten in der Ebene der Arme liegt nämlich ein horizontales Rad (eine Turbine), gegen welche das ausströmende Wasser stösst und die daher mit gleicher Kraft, als der Cylinder, aber in entgegengesetzter Richtung, umgetrieben wird. Beide Wirkungen lassen sich indess leicht vereinigen, der Nutzeffect des Wassers ist daher

Digitized by Google

ein doppelter, und schon hierdurch allein erhält diese hydrauli-sche Maschine vor allen andern den Vorzug.

Mühlrad. verschiedene Mühlräder. S. **Rad.** VII. 1163.
Mühlstein. Gebirgsart. III. 1093. trachytischer. 1099. durch Wasser-dampf gesprengt. II. 315.
Multiplicationskreis. VI. 2461. Rectification. 2463. Beobach-tungsart mit demselben. 2466. Rectification der nicht multiplicirten den Kreise. 2472.
Multiplicationstheodolith. IX. 729.
Multiplicator. elektrischer. III. 305. 479. 523. VI. 2476. Erfindung desselben. 2477. und Construction im Allgemeinen. 2478. abgeänderte Arten. 2479. mit der astatischen oder Doppelnadel versehen. 248[illegible] deren Verfertigung. 2485. das Volta-Elektrometer. 2487. Torsions galvanometer. 2488. MARIANINI's Bussole. 2489. NOBILI's Galvano meter. 2491. NEEF's allgemeiner Multiplicator. 2494. NERVANDER's messende Bussole. 2498. Erzeugung starker Elektromagnete. 250[illegible] STURGEON's Rotationsapparat. 2502. Vergleichung des Multiplicators mit dem Froschschenkelpräparate. 2503. Verhältniss der Intensität des elektrischen Stromes zur Ablenkung der Nadel. 2504. S. **Säule** VIII. 25 ff.

Zus. Eigentlich neue Multiplicatoren sind nicht hinzuge-kommen, dagegen hat man sich mehr über bestimmte Bezeich-nungen derselben und genauere Angaben ihrer Construction vereinigt. Hiernach unterscheidet man zuerst Elektrometer a[illegible] solche Werkzeuge, welche das Vorhandenseyn der statisch[en] Elektricität anzeigen und ihre Intensität messen. Für die dyna-mische Elektricität haben wir dann zwei Arten von Apparaten die Galvanometer und Voltameter. Zu den letzteren, d[ie] von FARADAY Volta-Elektrometer genannt wurden, gehören alle diejenigen Vorrichtungen, mittelst derer durch den elektri-schen oder galvanischen Strom Wasser an Platindrähten ze[r-] legt und die erzeugte Gasmenge gemessen wird, welcher le[tz-] teren man die Stärke des Stromes mit Rücksicht auf die [zur] Zerlegung erforderliche Zeit proportional setzt. Es könn[en] dabei die Gase einzeln oder vereint aufgefangen und überha[upt] die Vorrichtungen verschieden modificirt werden, das We[sen] ihrer Construction bleibt stets sich selbst gleich und die [Be-] schreibung einzelner ist daher überflüssig.

Die zweite Classe der Messwerkzeuge für elektrische Strö[me] wird mit dem allgemeinen Namen Galvanometer bezeichn[et] und sie begreift zuerst diejenigen, bei denen die Messu[ng] durch die Abweichung der Magnetnadel geschieht. Man

ich seitdem noch oft einer anderen Classe von Messwerkzeu-
gen der Stärke elektrischer Ströme bedient, nämlich thermosko-
ischer, bei denen durch die erzeugte Wärme auf Intensität
erselben, gleichfalls mit Rücksicht auf die erforderliche Zeit,
eschlossen wird, indem man voraussetzt, das beide einander
roportional sind. De la Rive hat hierzu das Breguet'sche
etallthermometer benutzt; allein abgerechnet dass es beschwer-
h ist, die Spirale in den Kreis des elektrischen Stromes zu
ingen, hat Lenz mit Recht dagegen eingewandt, dass die
etalle, aus welchen die Spirale besteht, die Elektricität un-
eich leiten und daher bei veränderlicher Stromstärke auch
gleich erwärmt werden können, wodurch die Sicherheit des
struments zweifelhaft wird [1]. Zweckmässiger wendet man ein
nes Luftthermometer an, bei welchem ein dünner Platindraht
ch eine Glaskugel geht und in Folge seiner Erwärmung
reine oder mit Alkoholdämpfen gemischte Luft ausdehnt.
zugsweise hat Riess hiervon Gebrauch gemacht, und man
n sich entweder des von ihm angegebenen Apparats (Bd. X.
402.), oder eines nach ähnlichen Principien construirten, für
Art der anzustellenden Versuche zweckmässig eingerichte-
bedienen.

Bezeichnen wir durch den Ausdruck Galvanometer alle
nigen Apparate, die zur Wahrnehmung und Messung der
trischen Ströme (der dynamischen Elektricität) dienen und
für diese dasjenige leisten, was die Elektrometer für die
sche Elektricität, so gehören dazu vorzugsweise die Multi-
toren, die von der Vervielfältigung der Drahtwindungen ihren
en erhalten haben, allein es müssen ihnen auch andere,
ntlich das Froschschenkelpräparat beigezählt werden, wie
in unserm Werke geschehen ist.

) **Multiplicatoren.** In Beziehung auf diese hat Fech-
[2] nachgewiesen, dass in denjenigen Fällen, wo ein schwa-
Strom oder ein solcher vorhanden ist, welcher bei seinem Ent-
n keinen merklichen Widerstand zu überwinden hat, worunter
hermoelektrischen, die durch wenige Drahtwindungen ge-
nen magnetoelektrischen u. s. w. gehören, oder auch wenn
bei hydroelektrischen den Widerstand des Messapparats auf

---

[1] Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. S. 388.
[2] Ebend. Bd. XLV. S. 232.

Digitized by Google

ein Minimum bringen will, ein einfacher dicker Draht mit we- nigen, nur etwa vier Windungen vortreffliche Dienste leiste. Den Multiplicatoren dieser Art, die das eine Extrem bilden, ste- hen die des andern Extrems mit sehr vielen Windungen entge- gen, für diejenigen Fälle, namentlich bei Reibungselektricit wo der Leitungs-Widerstand des Messapparates kein wesen liches Hinderniss entgegenstellt, sofern dieser gegen den U bergangswiderstand oder den bei Erzeugung des Stromes v handenen Widerstand als unbedeutend zu betrachten ist. D Anwendung von sehr dünnem Drahte hat man neuerdings Zahl der Windungen ausnehmend vermehrt. FECHNER se verfertigte sich einen Multiplicator von 16454 par. Fuss Dr welcher um ein 5 Zoll langes und ebenso breites, 7,1 L hohes Gestell gewunden 12076 Windungen enthielt. Gou erzählte mir, dass er Multiplicatoren von 12000 Windungen v fertige, die zu 3000, 6000, 9000, und 12000 Windungen bunden werden könnten und zur Beobachtung der Luftel cität dienten. Uebrigens bedarf man zu feinen Versuche selten Multiplicatoren von vielen Windungen und FECHN brauchte schon solche von 16000 Windungen. Bis zu Windungen kann man sich noch des gewöhnlichen feinen sponnenen Kupferdrahtes bedienen, ohne dass ihre Gestalt förmlich wird, wie dieses bei den sehr grossen nicht wohl meidlich ist. Man thut sehr wohl, beim Verfertigen Multiplicatoren zwei Drähte gleichzeitig neben einander lie um das Gestell zu wickeln, so dass man beim Gebrauch Strom durch einen der beiden Drähte, oder durch beide oder auch durch beide gleichzeitig in entgegengesetzter R leiten kann, um im letzteren Falle nur die Differenz Ströme zu erhalten. Dass man auf diese Weise auch oder mehr Drähte gleichzeitig um die Form wickeln und fach combiniren könne, leuchtet von selbst ein. Eine we liche Verbesserung für die Multiplicatoren im Allgemeinen JACOBI[1] in Vorschlag gebracht, nämlich unten an die Ma nadel ein kleines Platinblech zu befestigen, welches i kleines Gefäss mit feinem Oel taucht, um die langwierige cillationen zu vermeiden. Dieses Hülfsmittel wurde zuerst

1 Bullet. de l'Acad. de Petersb. T. V. Poggendorff Ann. Bd. XL S. 29.

on Coulomb angewandt, allein das von ihm gewählte Queck-ilber hindert die Bewegung zu sehr, wie auch ich selbst ge-unden habe, und Wasser, welches gleichfalls (Bd. VI. S. 2501) Vorschlag gebracht worden ist, hat in seiner steten Verdun-tung ein grosses Hinderniss. Oel verdickt zwar mit der Zeit, ählt man aber das feine der Uhrmacher, so würde doch dieses mehr als Jahresfrist nicht unbrauchbar werden.

2) Galvanometer. Es ist am zweckmässigsten, und da-r auch bereits durch den Sprachgebrauch ziemlich allgemein geführt worden, hierunter diejenigen Messapparate des elek-ischen Stromes zusammenzufassen, bei denen die Abweichung r Magnetnadel zum Messen dient, ohne Rücksicht darauf, ob s Galvanometer aus einem einfachen oder einem mehr- und lmal gewundenen Drahte besteht.

In den meisten Fällen dienen die Multiplicatoren oder Gal-ometer bloss dazu, die Anwesenheit des elektrischen Stromes zeigen, und es ist dann gleichgültig, ob sie aus mehreren ndungen oder aus einer einzigen bestehen, ob sie eine ein-he Nadel oder eine Nobili'sche Doppelnadel enthalten, und im letzteren Falle die verbundenen Nadeln völlig astatisch , oder durch mehr oder weniger überwiegende Stärke der en Nadel über die andere der dirigirenden Kraft des Erd-gnetismus in ungleichem Grade unterliegen, vorausgesetzt, s sie für den vorliegenden Zweck hinlängliche Empfindlich-t besitzen, welche, wenn die Nadeln an einem einfachen Sei-fäden aufgehangen sind, vom Maximum bei einer völlig atischen Doppelnadel, wobei bloss die Torsion des Fadens überwinden ist, bis zum Minimum einer einfachen, mithin der girenden Kraft des tellurischen Magnetismus ganz unter-enden Nadel abnimmt. Zu den bereits erwähnten Galva-etern verdienen noch folgende hinzugefügt zu werden. er Tangentenbussole von weit einfacherer Construction, die beschriebene Nervander'sche (Bd. VI. S. 2498), bediente Pouillet bei seinen bekannten elektrischen Untersuchun-. Diese besteht aus einem in einen Kreis von 4 bis 5 Cen-ter Durchmesser gebogenen, 20 Millim. breiten und 2 Mil-dicken Streifen Kupferblech. Beide Enden des Streifens den nahe rechtwinklig umgebogen, so dass der Kreis zwar ständig, doch aber durch einen kleinen, in Folge zwischen-ender Seide isolirten, Zwischenraum unterbrochen ist. Die

Digitized by Google

beiden verlängerten Enden entfernen sich etwas von einande um in zwei Näpfchen mit Quecksilber zu tauchen, in welch man die Polardrähte der zu prüfenden Säule gleichfalls hera senkt, wonach dann der elektrische Strom den metallenen B gel durchläuft. Dieser letztere ist in genau verticaler Eb in die Platte eines kleinen Tisches gesteckt, auf welcher un einer Glasglocke eine kleine Magnetnadel an einem Seide den so aufgehangen ist, dass ihr Centrum genau im Mittelp des metallenen Bügels und ihre Axe in der verticalen Eb durch die Mitte des durch ihn gebildeten Kreises liegt, wes also bei jedem Versuche der Bügel selbst sich im magnetisc Meridian befinden muss. Da aber die Nadel selbst nur im Verhältniss zum Bügel seyn darf, die Genauigkeit der sung aber einen grösseren getheilten Kreis erfordert, so sieht man die Nadel mit einer ihr genau parallelen läng und sehr leichten von Kupfer (besser von Messing oder um noch halbe Grade der Theilung ablesen zu können, w Irrthum von 10 Minuten bei stärkeren Abweichungen, di jeden Fall nicht über 75 Grad hinausgehen dürfen, be Fehler herbeiführen würde. Die Prüfung des Instrum schieht einfach dadurch, dass man einen gleichen Stro der einen, dann nach der entgegengesetzten Richtung leitet und prüft, ob in beiden Fällen die entgegenge Abweichungen gleich gross sind[1].

Auch die Bezeichnung der **Sinusbussole** schei Pouillet herzustammen, obgleich solche Apparate lange vorher in Gebrauch waren. Zur Begründung Namens dient folgende Demonstration. Ist c m der (Fig. 34.) tische Meridian, c das Centrum der Nadel, c a die weichung, die durch den Winkel d gemessen wird, so Componente der in der Richtung a t wirkenden tell Kraft f, welche die Nadel in den magnetischen Meri rückzuführen strebt, = f sin. d; die zurückstossende ma sche Kraft φ aber, welche die Nadel in der Richtung stösst, sofern sie perpendiculär auf die Nadel wirkt, mus Stillstand dieser gleich seyn, welches φ = f. sin. d giebt. P let bediente sich solcher Bussolen von verschiedener F

1 Éléments de Physique expérimentale et de Météorologie par P let. 3me éd. Par. 1837. T. I. p. 612.

i allen aber ruhte die einfache Nadel mit ihrem Achathüt-en auf einer Stahlspitze, um ihr Centrum und ihren Umdre-ngspunct stets genau in der Mitte des Multiplicators und getheilten Kreises zu erhalten. Rechtwinkelig mit ihrer e befand sich über derselben eine feine Holzscheibe mit ei-r als festes Zeichen dienenden Linie, und über dieser eine Loupe mit Spinnenfaden, um durch dessen Coincidenz mit Linie den Stand der Nadel genau zu bestimmen. Die ule, welche diesen Theil des Apparats trug, stand im Centrum es getheilten Kreises und war mit einem Zeiger versehen, lcher die Grade des Abweichungswinkels angab. Bei einer angenden Beobachtung musste, wenn die Axe der Nadel sich au in der verticalen Ebene des Multiplicators befand, wel-Lage sie stets behielt, und wenn zugleich der Spinnenfa-der Loupe mit der Linie auf dem hölzernen Stäbchen zu-menfiel, der Zeiger auf 0⁰ der Theilung stehen, und wenn n ein Strom den Multiplicator durchlief und die Nadel abge-sen wurde, so drehte Pouillet den Multiplicator um seine verti-Axe so weit, bis die Nadel in seiner verticalen Ebene zum Still-de kam, wodurch also die stets in gleicher Richtung und Stärke die Nadel wirkende abstossende Kraft der Anziehung der tel-chen dirigirenden gleich war. Der genau abgelesene Win-war dann der Abweichungswinkel d. Die Windungen des plicatordrahtes waren theils kreisförmig, theils flach, um Drähte der Nadel näher zu bringen und dadurch ihre Wirkung erstärken. Eine sinnreiche Einrichtung bestand darin, dass messingenen, durch ein an ihrer Seite angebrachtes gekröpftes k mit der Axe verbundenen, an ihrem Umfange aber freien en, um welche der Draht gewickelt war, eine Vertiefung n, und man daher mit mehr oder weniger Umwindungen eln konnte, ohne die übrigen Theile des Apparats zu n. Für die Vergleichung elektrischer Ströme unter ein-r sind solche Galvanometer von der Stärke der Nadeln un-ngig, wenn ihre Directionskraft nur hinlänglich stark ist, ie stets wieder in den magnetischen Meridian zurückzu-n, die Genauigkeit der Messung mit diesen Apparaten gleichfalls nichts zu wünschen übrig, allein die Reibung er Spitze thut der Empfindlichkeit der Nadeln grossen ch, weswegen man sie vortheilhafter an einem einfachen nfaden aufhängt, was Pouillet deswegen nicht wählte,

Digitized by Google

weil es dann schwieriger ist, den Drehpunct der Nadel gena in das Centrum des Multiplicators und des getheilten Kreise zu bringen und hierin zu erhalten, obgleich auch dieses sic erreichen lässt, wie wir später sehen werden[1].

Zur Berechnung seiner zahlreichen Versuche über die Stär solcher elektrischer Ströme, die durch das Abreissen des A kers von einem Magnete entstehen, hat Lenz eine Formel au gefunden. Er betrachtet hierbei den im Drahte momentan e stehenden Magnetismus als gegen die Nadel stossend, wesw gen dessen Kraft durch die Geschwindigkeit, die er der Na ertheilt, messbar seyn muss. Diese Geschwindigkeit ist a nach den Pendelgesetzen gerade so gross, als diejenige, sie beim Zurückschwingen am Ausgangspuncte wieder erh und wenn daher A diese Ausgangsgeschwindigkeit, f aber Constante bezeichnet, so erhält man

$$A = f \sqrt{\text{sin. vers. } \alpha},$$

worin α den durch diese Kraft erzeugten Ablenkungswi bezeichnet. Durch Substitution von $2 \sin.^2 \frac{1}{2} \alpha$ statt sin. ve erhält man

$$A = p \,.\, \sin. \tfrac{1}{2} \alpha,$$

wenn $p = \sqrt{2}$ gesetzt wird[2].

In einer der Prüfung der verschiedenen, zum Messen der St stärken bestimmten Apparate gewidmeten Abhandlung giebt P gendorff[3] der Sinusbussole vor allen andern den Vorzug, fügt selben aber einige sehr wesentliche Verbesserungen hinzu. D gehört vor allen Dingen das Aufhängen der Nadel an einem fachen Seidenfaden. Das von Pouillet gefürchtete nachth Schwanken der Nadel wird völlig vermieden, indem man die unten mit einem zweiten, ein kugelförmiges Gewicht trag Faden versieht, welches in eine verticale Glasröhre herabh Die Torsion des Fadens kann hierdurch nicht vermehrt den, da diese ohnehin durch gleichzeitige Drehung des di del tragenden Stativs und des Kreises mit den Drahtwind eliminirt wird. Eine solche, von Kleiner verfertigte S bussole mit einem Kreise von 3½ Zoll Durchmesser ga

---

1 Élements de Physique expérimentale et de Météorologie par [Pouil]let. 3me éd. Par. 1837. T. I. p. 604. 611.

2 Poggendorff Ann. Bd. XXXIV. S. 392.

3 Dessen Ann. Bd. L. S. 504.

Digitized by Google

dem 1 Min. zeigenden Nonius noch bis 2 Min. völlig sichere Ablesungen. Die Nadel bestand aus einem cylindrischen Magnetstabe von 34 Lin. Länge und 1 Lin. Dicke, zeigte aber eine solche Empfindlichkeit, dass das Instrument für starke Ströme unbrauchbar seyn würde, wenn diesem nicht durch ein bereits erwähntes, noch weiter vervollkommnetes, sinnreich ersonnenes Hülfsmittel abgeholfen wäre. Statt eines einfachen Drahtes bestehen die Windungen aus zwei zusammengedrehten, deren beider Wirkungen auf die Magnetnadel daher gleich sind. Der eine dieser Drähte wird durch Einschaltung eines Drahtes verlängert und dadurch dessen Leitungswiderstand vermehrt, wodurch man im Stande ist, die Summen beider Ströme und ihre Unterschiede zu messen, und da der Unterschied beliebig gewählt werden kann, so hat man es in seiner Gewalt, Ströme von den verschiedensten Intensitäten zu messen. Gesetzt es wäre möglich, mit dem einen Drahte Stromstärken zu 1 bis 100 zu messen, und der Unterschied beider Drähte betrüge nur 0,01, so wären alle diejenigen Stromstärken messbar, die zwischen 1 und 10000 liegen. Noch ein Mittel dieser Modificirung lässt sich dadurch erreichen, dass man die Drahtwindungen der Axe des Magnetstabes nicht parallel richtet, sondern beide einen constanten Winkel mit einander machen lässt, welcher im Extreme 90 Grade betragen könnte. Das Instrument ist zugleich so eingerichtet, dass Drahtgewinde von verschiedener Länge und Dicke für den jedesmaligen Zweck eingesetzt werden können, doch genügen meistens 4 Windungen eines Drahtes von 0,66 Millim. Durchmesser.

Ein Mittel, welches von Melloni[1] und in abgeänderter Gestalt durch Péclet[2] empfohlen worden ist, die Nadeln der Multiplicatoren durch einen genäherten Magnet astatischer und dadurch empfindlicher zu machen, war bereits bekannt und verdient daher eine blosse Erwähnung; desto mehr der Beachtung werth und eine wirkliche Erweiterung der Wissenschaft gewährend ist der durch W. Weber hergestellte Apparat, mittelst dessen starke elektrische Ströme nach absolutem Maasse messbar sind. Derselbe ist der durch Pouillet angegebenen Tangentenbussole fast ganz

1 Archives de l'Électricité. N. 3. p. 656.
2 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. II. p. 103.

Digitized by Google

gleich und besteht aus einem kupfernen kreisförmigen Bü[gel]
von 9 par. Zoll Durchmesser, 5 Lin. Breite und fast 2 Li[n.]
Dicke, welcher unten nicht geschlossen, sondern durch ei[nen]
etwa 0,5 Lin. betragenden Raum getrennt ist. Das eine E[nde]
ist mit einer rechtwinklig an ihm angelötheten kupfernen Rö[hre]
versehen, welche von etwa 3 Lin. Durchmesser und 0,5 Li[n.]
Metallstärke lothrecht durch die obere Platte eines hölzern[en]
Stativs herabgeht und in der horizontalen Ebene drehbar [ist,]
um als Träger des Bügels diesen in den magnetischen Me[ri-]
dian zu stellen, am andern Ende ist gleichfalls rechtwinklig [ein]
Kupferdraht von 1,5 Lin. Durchmesser angelöthet, welcher d[urch]
die mit hartem Holze ausgefütterte Röhre herabgeht. W[ird]
dann die Röhre und der Draht durch eine metallene Leit[ung]
mit den Elektroden einer galvanischen Säule verbunden, [so]
durchläuft der Strom den kupfernen Bügel und wirkt wie [ein]
Magnet auf eine kleine, 25 Lin. lange Magnetnadel, die [sich]
in einer messingenen, mit einer Glasscheibe bedeckten Bü[chse]
auf einer Stahlspitze schwebend befindet. Die untere H[älfte]
des kupfernen Bügels ist mit einer halbkreisförmigen hö[lzernen]
Scheibe ausgefüllt, welche in der Mitte mit einer Nuth [verse-]
hen ist, worin ein 9,5 Z. langes, 3 Z. breites dünnes Bre[tt in]
horizontaler Ebene sich rechts und links verschieben [lässt.]
Zwischen den aufstehenden Rändern dieses Bretchens ruht [die]
Bussole so, dass das Centrum der Nadel, wenn sie in die Eb[ene]
des Bügels geschoben ist, sich im Centrum des letzteren be[fin-]
det, sie kann aber auch rechts und links geschoben wer[den,]
wodurch ihre Axe eine der Ebene des Bügels parallele La[ge]
erhält und sich in einem gemessenen Abstande von dieser [be-]
findet. Betrachtet man den durch den galvanischen Stro[m ma-]
gnetischen Bügel als einen wirklichen Magnet, welcher au[s ei-]
ner bestimmten Entfernung die Nadel ablenkt, und die abso[lute]
Kraft des Magnetismus als bekannt, so lässt sich hiernach [die]
absolute magnetische Kraft des gegebenen Stromes ermitte[ln.]

Nach alle dem, was bisher über die Galvanometer der ve[r-]
schiedensten Arten hier mitgetheilt worden ist, bleibt noch im[mer]
die Frage unbeantwortet, ob und inwiefern sie allgemein [als]
wirkliche Messwerkzeuge zu betrachten sind. Gegen die Bra[uch-]

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 27.

arkeit der Tangentenbussole ist in dieser Beziehung wohl ichts einzuwenden, und die Sinusbussole empfiehlt POGGENDORFF ewiss mit Recht als ein vorzüglich genaues, bequemes und ür viele, ganz eigentlich wissenschaftliche, Untersuchungen ehr geeignetes Instrument; allein es würde ein Verlust seyn, enn man alle übrige, auf vielfache Weise construirte, Mul-plicatoren aufgeben wollte, wobei noch berücksichtigt werden uss, dass die Sinusbussole immerhin ein verhältnissmässig theu-s Instrument ist, und die Versuche mit ihr mehr Zeit und ufmerksamkeit erfordern, als der Physiker jederzeit aufzuwen-n geneigt seyn kann, nicht zu gedenken, dass beide Appa-te nur diejenigen Ströme zu messen vermögen, welche stark nug sind, die tellurische Direction der Nadeln zu überwin-n. Bei gewöhnlichen Galvanometern setzt man voraus, dass erhalb der ersten 10 bis 20 Grade die Ablenkungswinkel e Stromstärken direct proportional sind; allein dieses ist r annähernd richtig und kann auf keine Weise für stärkere weichungen gelten. POGGENDORFF[1] hat sich aber das Ver-nst erworben, die Mittel aufzusuchen, durch welche sich im gemeinen die Relation zwischen den Abweichungswinkeln und n Stromstärken bestimmen lässt, und es ist daher allerdings eignet, eine Uebersicht dieses Verfahrens, welches sich dem ch KÄMTZ (Bd. VI. S. 2504) aufgestellten, minder beque-n und nicht so allgemeinen, füglich anreihen lässt, hier in r Kürze und zunächst in Beziehung auf praktische Anwend-rkeit mitzutheilen. Ein Verfahren, welches BECQUEREL[2] be-gte, und die drei durch NOBILI[3] in Vorschlag gebrachten ordern mehrere gleiche Ströme und beziehen sich auf ei-ods hierfür construirte Multiplicatoren; das von MELLONI d. X. S. 567) angewandte erstreckt sich bloss auf ge-ge Unterschiede und ist wohl im Princip nicht fest be-ündet. Ein Vorschlag PETRINA's[4], wonach man die Enden s Multiplicators mit dem Leitungsdrahte eines starken hydro-

---

1 Dessen Ann. Bd. LVI. S. 324. LVII. S. 609.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXI. p. 371. Traité de l'Électric. etc. p. 24.

3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLIII. p. 146. Poggendorff Ann. XX. S. 213. Vergl. Wörterb. Bd. VI. S. 2491.

4 v. Holger's Zeitschr. für Phys. Bd. I. S. 171.

Digitized by Google

elektrischen Stromes in Berührung bringen, die Stärke de durch den Multiplicator gehenden Stromes dem Abstande jen beiden Enden proportional setzen und dann aus diesen Entfe nungen bei gleichen Abweichungen der Multiplicatornadel d Quantitäten des hydroelektrischen Hauptstromes messen scheint vorauszusetzen, dass der Widerstand des Drahtes zw schen den Berührungsstellen sehr gross sey gegen den Wid stand der übrigen Kette und des Multiplicatordrahtes. Ueb gens ist dieses, auch von Wheatstone angewandte, Verfah nach den Resultaten vieler bereits angestellten Versuche Messung stärkerer Ströme in vielen Fällen sehr brauchbar. leitet den Strom durch einen in einer schmalen Rinne bef lichen, etwa 12 Zoll langen, 2 Lin. breiten und 1 Lin. Quecksilberfaden. Die in einem Bretchen eingeschnittene Ri ist mit einer etliche Zoll langen, in Linien getheilten S versehen. Man senkt die Enden des Multiplicatordrahtes das den Strom leitende Quecksilber, und die Stärke desse zeigt sich dann dem Abstande zwischen den beiden Drä proportional. Bei diesem, wegen seiner Einfachheit sehr em pfehlenswerthen Verfahren kann man zwar die Abstände beiden Multiplicatorenden so klein wählen, dass sich die Ablen kungswinkel der Magnetnadel den Stromstärken proport setzen lassen, allein dasselbe lässt sich nur bei etwas stärker Strömen anwenden, und dabei bleibt immer die allgemeine lation zwischen den Stromstärken und den auch grösseren weichungswinkeln der Magnetnadel unbestimmt.

Um also für alle Galvanometer von der verschiedensten Con struction das Verhältniss zwischen den Stromstärken und Ablenkungswinkeln der Magnetnadel aufzufinden, ging Pogg dorff von dem Satze aus: „dass man die Ablenkungen, wel die im magnetischen Meridiane liegenden Multiplicatorwin gen bei verschiedener Stärke des durchgeleiteten Stromes Magnetnadel ertheilen, aus denjenigen herleiten könne, w sie, von einem und demselben Strome durchflossen, aber verschiedene Winkel gegen den magnetischen Meridian ge auf dieselbe Nadel ausüben.“ Hiernach ist also bloss erford lich, die letzteren Grössen bei einem gegebenen Galvano mittelst eines gewissen Stromes von gleichbleibender Stä in genügender Ausdehnung aufzufinden, um dadurch eine Sc für alle Stromstärken zu erhalten. In grösster Vollständig

könnte man hierbei durch einzelne Grade fortschreiten, es genügt aber vollkommen und ist der Kürze wegen sehr vorzuziehn, die erforderlichen Grössen von 5^0 zu 5^0 zu suchen und die zwischenliegenden einfach zu interpoliren. Dreht man also das Gewinde des Multiplicatordrahtes rechts und links so, dass es mit dem magnetischen Meridiane die verschiedenen Winkel $m \dots m'''$; m''; m'; 0; $-m_{,}$; $-m_{,,}$; $-m_{,,,} \dots$ macht, und misst man die Winkel $0 \dots n'''$; n''; n'; n; $n_{,}$; $n_{,,}$; $n_{,,,} \dots 90^0$, welche der Multiplicatordraht mit der Magnetnadel bildet, so erhält man für verschiedene Stromstärken k, die gegebene als Einheit angenommen, die Gleichung:

$$k : 1 = \sin. n : \sin. (n + m),$$

woraus sich eine allgemeine Scale der Stromstärken berechnen lässt. Poggendorff zeigt an einem Beispiele die Leichtigkeit und Sicherheit dieses Verfahrens. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes diente ihm eine kleine thermoelektrische Kette aus zwei Paaren Neusilberdraht und Kupferdraht, deren Enden zusammengedreht waren und deren Verbindungsstellen abwechselnd in einem Sandbade über einer Weingeistlampe erhitzt wurden. Während der 18 Messungen, die nicht mehr als eine halbe Stunde Zeit erforderten, war der Strom so gut als constant, und es wurden folgende Grössen gefunden:

m	n	n + m	m	n	n + m
49⁰,5	0⁰	49⁰,5	— 8⁰,0	40⁰	32⁰,0
46,5	5	51,5	—19,0	45	26,0
43,5	10	53,5	—28,5	50	21,5
38,5	15	53,5	—37,0	55	18,0
31,5	20	51,5	—45,75	60	14,25
23,5	25	48,5	—54,0	65	11,0
13,0	30	43	—61,0	70	9,0
3,0	35	38	—69,0	75	6,0
0,0	36	36	—76	80	4,0

Hieraus ergiebt sich folgende Scale des Verhältnisses der Stromstärken zu den Ablenkungswinkeln für den Fall, dass die Drahtwindungen sich im magnetischen Meridiane befinden:

Digitized by Google

Ablenkung n.	Stromstärke $\frac{\sin.\ n}{\sin.\ (n+m)}$	Ablenkung n.	Stromstärke $\frac{\sin.\ n}{\sin.\ (n+m)}$
0°	0,0000	40°	1,2130
5	0,1114	45	1,6130
10	0,2160	50	2,0901
15	0,3220	55	2,6508
20	0,4370	60	3,5182
25	0,5643	65	4,7499
30	0,7331	70	6,0071
35	0,9316	75	9,2408
36	1,0000	80	14,1180

Dass hierbei die Einheit der Stromesstärke 36° beträgt, willkürlich und es könnte hierzu jede andere dienen, welche laubt, die Drahtwindungen der Nadel parallel zu stellen, hier bei 49°,5 stattfand. Das Maximum dieser Grösse nur 90° betragen und jeder stärkere Strom würde sich eignen.

Poggendorff bemerkt noch zur Vervollständigung werthvollen Untersuchung, dass der regelmässige Gang Scalen durch die Umbiegungen des Multiplicatordrahtes, wegen des Durchsteckens des Nadelhalters erforderlich gestört wird. Péclet [1] hat daher vorgeschlagen, diese gungen zu vermeiden und die Nadel mittelst eines gekr aus einem viermal rechtwinklig gebogenen Drahte best den Halters mitten zwischen die Windungen zu bringen, die Amplitüde der Nadel wird hierdurch zu sehr besch Ferner ist nicht vorauszusetzen, dass die Windungen des tiplicatordrahtes unter sich vollkommen gleich sind, und man daher mittelst der Abweichungen der Nadel nach der gegengesetzten Seite, als wofür die Scale gefunden worden Messungen anstellen, so erfordert die Vorsicht, auch hi auf die angegebene Weise eine Scale zu suchen. En muss auch die Nadel stets in der nämlichen Entfernung den Drahtwindungen gehalten werden, und wenn sie eine D pelnadel ist, das Verhältniss der magnetischen Intensitäten der ungeändert bleiben. Aus dem letzteren Grunde ist es

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. II. p. 103.

lich, die Abweichungsscale vor wichtigen Versuchen neu zu bestimmen.

Eine für alle galvanometrische Messungen höchst wichtige Reihe von Versuchen hat JACOBI[1] bekannt gemacht. Nach dem von FARADAY aufgefundenen, durch DANIELL[2] und Andere bestätigten Gesetze, wonach die elektrolytischen Zersetzungen in der geschlossenen Kette den Aequivalenten der durch die Elektroden zersetzten Substanzen gleich sind, giebt das Voltameter ein genaues Mass des consumirten positiven Metalls, und es ist daher sowohl im Allgemeinen, als auch insbesondere für die Vorausberechnung des für elektromagnetische Maschinen erforderlichen Verbrauchs von Zink sehr wichtig zu wissen, ob die magnetisirende Kraft des elektrischen Stromes seiner wasserzersetzenden Kraft genau gleich gesetzt werden kann, mithin das Galvanometer und das Voltameter gleiche Resultate geben. Drei Reihen von Versuchen mit Säulen, die von 2 bis 8 Plattenpaaren wechselten und wobei die Stromstärken gleichzeitig mit einer Nervander'schen Tangentenbussole und einem Voltameter gemessen wurden, zeigten evident die vollkommenste Uebereinstimmung beider Messwerkzeuge, so dass man sich also bei Messungen jeder Art des weit bequemeren Galvanometers mit Sicherheit bedienen kann. Zugleich ergab sich, dass sehr schwache Ströme allerdings zersetzend wirken, wenn auch keine Gasblasen wegen ihrer zu geringen Grösse aufsteigen. Eine im Grossen angestellte Messung des in der Kette aufgelösten Zinks und der erzeugten Gasmenge bestätigte das Faraday'sche Gesetz vollständiger, als frühere Versuche Anderer.

Ein zum Beobachten und Messen sehr schwacher galvanischer Ströme dienendes Instrument nennt OSANN[3] *Iodgalvanometer*. Es besteht aus einer Vorrichtung, die Platinelektroden sehr schwacher Volta'scher Ketten in ungleichen messbaren Abständen mit einer kleinen Quantität Stärkekleister, auf welche mittelst einer Glasröhre ein Tropfen Iodkalium getröpfelt ist, in Berührung zu bringen, worauf dann die Stärke der Fär-

---

1 Bullet. Scient. de l'Ac. de St. Petersb. T. V. Poggendorff Ann. LIII. 26.

2 Sturgeon's Annals of Electricity. T. I. p. 98.

3 Die Anwendung des hydroelektrischen Stromes als Aetzmittel. Würzb. 1842. S. 5.

bung und der Abstand der Platindrähte zur Ermittelung d Vorhandenseyns und der Stärke des galvanischen Strom dient. Da der Apparat auf der chemischen Wirksamkeit d Stromes beruht, so gehört er eigentlich zu den Voltametern.

3) Die von BECQUEREL[1] erfundene, nach ihm bena
Fig. 35. elektromagnetische Waage darf der Vollständigk wegen nicht unerwähnt bleiben. Sie besteht aus einem W gebalken, welcher auf weniger als ein Milligramm einen A schlag giebt; die von den Armen desselben herabgehend Drähte sind jeder mit einer Waagschale p p versehn und gen an ihrem untern Ende jeder einen vertical herabhäng den, den Nordpol nach unten kehrenden Stahlmagnet. Fussbret, auf welchem der Träger der Waage ruht, h jeder Seite eine schickliche Vorrichtung zum Festhalten Träger, die sich durch die Stellschrauben v v, v′ v′ in hori taler Ebene verschieben lassen. Auf diesen sind die G ren c c, c′ c′ befestigt, um welche man 10000 Windunge Seide übersponnenen Kupferdrahtes wickelt, in deren beider Axen zusammenfallend, die Magnetstäbe hera Durchströmt ein elektrischer Strom diesen Draht, so nach der Richtung desselben der Magnet sich heben od ken, und wenn dann das zweite Gewinde so eingericht dass es dem Magnete die gleiche Richtung ertheilt, so w beide Wirkungen zusammenfallen und sich addiren, mithi wenn sie gering sind, leichter bemerkbar werden. Die womit die Magnete niedersinken oder sich heben, wird Gegengewichte aufgehoben, die man in die eine oder dere Waagschaale legt, bis das Gleichgewicht wieder gestellt ist, und die Vergleichung der bei ungleichen men erforderlichen Gewichte giebt das Mass ihrer Stärke. spielsweise tauchte BECQUEREL eine Zink- und eine K platte von 4 Quadratcentimeter Oberfläche, die mit den den des Multiplicatordrahtes verbunden waren, in 10 G reines Wasser, und es bedurfte 2,5 Milligr. zur Herstellung Gleichgewichts; als aber ein Tropfen Schwefelsäure zum W ser gesetzt war, bedurfte es 35,5 Milligr., wonach als Stromstärken sich wie 1 : 14 verhielten. JACOBI und LENZ[2]

---

1 Traité de l'Electricité. T. V. Poggendorff Ann. Bd. XLII. S.
2 Bullet. scient. de Petersb. T. V. Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S.

nten sich gleichfalls dieser Waage, sie finden es aber schwie-
, das stabile Gleichgewicht bei ihr herzustellen, weil die
iehende Kraft, die auf den einen, und die abstossende die
den andern Magnet wirkt, mit der Entfernung stark ab-
men und daher bei den unvermeidlichen Schwankungen sich
mit Mühe compensiren lassen. Sie ziehn es daher vor,
einen Magnetstab über den andern unter die Spirale zu
gen, damit beider Anziehungen oder Abstossungen aus
chmässig zu- oder abnehmenden Entfernungen wirken.

lplicirung der Winkel. I. 889. VI. 2463.
lharmonica oder Maultrommel. VIII. 364. 371.
ak. Fossil. III. 1112.
helkalk. Muschelmarmor. III. 1089.
helthermometer. S. **Thermometer.** IX. 876.
hen vor den Augen. S. **Gesicht.** IV. 1421.
t. Einfluss derselben auf Thiere. IV. 1213.
gold. X. 2417.
eln. deren Beschaffenheit und Wirkungsweise. S. **Kraft.** V.
. Stärke ihrer Zusammenziehung. 976. Einfluss des Klima's auf
selbe. 995. Muskelkraft der Thiere. 995 ff.
ns, periodische Winde. IX. 1898. 1999. 2087.
rlauge. S. **Krystall.** V. 1347.
esopsie. das Muschensehen. S. **Gesicht.** IV. 1421.
e. Kurzsichtigkeit; Myops, ein Kurzsichtiger. S. **Gesicht.**
1400.
gramm. Gewicht von 10000 Gramm. VI. 1272.
in. IX. 1707.
ov, griechisches Mass. VI. 1244.
asometer. VI. 2509.

N.

ilder. S. **Sehen.**
mpfindung beim Sehen. IV. 1461.
. VII. 1. verschiedene Dauer derselben. 2. bedingt durch Strah-
rechung und Dämmerung. 3.
blindheit. IV. 1414.
bogen der Gestirne. S. **Tagebogen.** IX. 82.
fernrohr oder Kometensucher. S. **Fernrohr.** IV. 166.
gleiche. VII. 4. Nachtgleichenpuncte. 5. Mittel, sie zu finden.
8.
sehen bei Tagblindheit. IV. 1415.
. VII. 8. VIII. 522. X. 2398. **Nadirfluth.** III. 15.
flue. Gebirgsart. III. 1092.

Digitized by Google

Naphtha. natürliche. S. **Quelle.** VII. 1110. künstlich berei-
S. **Verbindungen.** IX. 1702. **Naphthalin.** 1706.
Narkotin. IX. 1716.
Nass-Niedergehen. S. **Regen.** VII. 1235.
Natrium. VII. 8. Natron und dessen Verbindungen. 9. Natronglas.
Natronseen. VIII. 730.
Naturgeschichte. deren Verhältniss zur Physik. VII. 504.
Naturgesetz. Bedeutung desselben. VII. 504.
Naturlehre, Naturkunde, Naturwissenschaft. S. Phy-
sik. VII. 493.
Naturphilosophie. VII. 506. 544. 545. der Griechen. IX. 182
Nebel. VII. 12. feuchte. 13. auf offenem Meere. 15. an den Kü-
16. an den Ufern grosser Seen. 17. über Flüssen. 18. Rauchen
Berge. 20. aufsteigende und niedersinkende. 22. Polarnebel.
Häufigkeit an verschiedenen Orten. 26. Bestandtheile. 33.
feuchte. 34. der Gesundheit nachtheilige. 37. Honigthau. 37. Höhr-
38. namentlich des J. 1783 im Sommer. 39. Hypothesen über
Entstehen. 44. Geruch desselben. 46. wahrscheinlicher vulcani-
Ursprung. 49. das Moorbrennen. 50. Elektricität der Nebel. VI

Zus. Die neuesten Untersuchungen von PELTIER[1] wä- die Theorie der feuchten Nebel umzustossen im Stande, wenn genügende Erfahrungen die aufgestellten Gesetze be- tigten. Hiernach giebt es 5 Arten von Nebeln, zuerst di- wöhnlichen, durch Veränderung der Temperatur entstehe- dann zwei Arten positiv-elektrische und ebenso viel neg- elektrische, die durch die Elektricität der Erde und des höchsten Regionen von Süden nach Norden stattfindenden L- stromes gebildet werden sollen. Es dürfte indess vor der zweckwidrig seyn, diese Hypothese statt der bisherigen klärung anzunehmen, da der Erfahrung nach die Elektrici- Erzeugung des Wasserdunstes nicht geeignet, der ung- elektrische Zustand der Nebel aber weder erwiesen noch mi- Resultaten der Beobachtungen über Luftelektricität vere- ist. Daher hat auch diese Hypothese noch keinen Anhä- wohl aber in DUPREZ[2] einen gewiegten Gegner gefunden.

Den Höhrauch leitet auch MERIAN, auf triftige Gründe stützend, aus Moorbränden her[3].

1 Mém. des Savans étrang. de la Soc. Roy. de Brux. T. XV. univ. de Genève. N. LXXXIV. p. 368.

2 Mém. cour. et Mém. des Savans étrang. de l'Acad. de Bru XV. p. 1.

3 Dritter Bericht über die Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. S. 63.

elflecke. S. **Milchstrasse.** VI. 2283. und **Nebelsterne.**
'II. 53. X. 1399. älteste Wahrnehmungen. VII. 54. HERSCHEL'S
'eobachtungen. 55. Menge und verschiedene Beschaffenheit, Verän-
erungen derselben. IX. 1687.

elmassen im Weltraume. X. 1404.

:nmonde. VII. 63. 83.

:nplaneten. Monde. VII. 63. des Jupiter. 64. das Jovilabium.
. Umlaufszeiten der Jupitertrabanten. 69. Grösse derselben. 70.
scheinen als Flecke auf der Jupiterscheibe. 71. über deren Rota-
n. 73. Monde des Saturn, von HUYGHENS entdeckt. 74. Bahnen
rselben. 76. und Lichtwechsel. 78. Monde des Uranus durch HER-
HEL entdeckt. 79. Ergänzung. S. **Trabanten.** IX. 1022.

nsonne. S. **Hof.** V. 444. Erscheinungen. 445—449. Mei-
gen über ihre Ursachen. 450—472. Entstehen. 450. HUYGHENS'
eorie. 451. Einwürfe dagegen. 454. FRAUNHOFER'S Theorie.
: Erklärung von BRANDES. 462. deren Anwendung auf die Er-
inungen. 464. eigentliche Nebensonnen und deren Theorie. 483.
:l. **Nebensonne.** VII. 80. seltenere Arten derselben. 82.

strom. S. **Induction.**

töne. S. **Schall.** VIII. 326.

wohner. Perioeci. VII. 84.

ng der Bahn. VII. 84.

ıg der Magnetnadel, Inklination. Theorie der Messung dersel-
V. 747 ff. VI. 990. Erklärung derselben aus der Theorie. 1040 ff.
ıngscharten. 1050. Grösse der Neigung. 1111. an verschiedenen
ı. 1112. Neigungscharten. 1117. Veränderung der Neigung, re-
ässige und unregelmässige, nach älteren und neueren Messungen
'ankreich, England, Berlin, Upsala und Petersburg. 1122—1126.
iche an verschiedenen Orten der Erde. 1127—1129. jährliche
ägliche Variationen. 1130. 1131.

gsnadel. S. **Inklinatorium.** V. 742.

campfer. IX. 1706. **Nelkenöl.** IX. 1705.

ıist. S. **Geologie.** IV. 1267.

. deren Einfluss auf die Muskeln. V. 973. starkes elektrisches
ıgsvermögen. VI. 179. Nervenatmosphäre. I. 439.

fluidum. S. **Elektricität, thierische.**

haut des Auges, Retina. I. 541. Centralloch derselben. 543.
findlicher Fleck und Versuche darüber. IV. 1369. 1370.

vagus. dessen Einfluss auf die Respiration. I. 426.

ut des Auges. I. 541.

nd. VII. 85. Sichtbarkeit und aschfarbiges Licht. 87.

ger. Nonagesimus. VII. 88. Formeln für die verschiedenen
. 90. 91.

lisation. VII. 91. **Neutralitätsgesetz.** IX. 1993.

iter. der Elektricität. III. 237. vergl. **Leiter.** VI. 133. 185.

:iter. des Magnetismus. VI. 680.

Digitized by Google

Nickel. VII. 91. dessen Magnetismus. 92. VI. 647. S. **Magnetismus.** dessen Verbindungen. VII. 92.
Nicotin. IX. 1715.
Niederschläge. wässerige atmosphärische. Deren Einfluss auf d Barometer. I. 937. VI. 1069.
Nippfluth. III. 5. 48.
Nitricum. VIII. 56.
Nivelliren. VII. 93. Dosenlibelle. 93. Senkel. 94. Röhrenlibel 95. Canalwaage. 98. mit Quecksilber. 99. Sisson'sche Wasserwaag 100. verbessert durch MITIS. 101. Nivellirtafel oder Nivellirla 103. Klitometer. 104. Correction wegen Krümmung der Erde. und Strahlenbrechung. 107. Vergl. **Wasserwaage.** X. 126

Zus. Eine gründliche Untersuchung über die Erfind und Verbesserungen der Nivellirinstrumente hat THOM. STEV SON[1] bekannt gemacht. Hiernach soll HUYGHENS[2] zwisch 1666 und 1681 eine mit einem Fernrohre verbundene Li hergestellt haben, gewiss aber ist, dass Dr. HOOKE[3] die l blase in einer Röhre zum Nivelliren verwandt hat; HUTTON seinem Dictionary schreibt die Erfindung dem THEVENOT (1621, gest. 1692) zu, doch konnte STEVENSON in den S ten des letzteren nichts darüber finden. Der Erfinder d senlibelle ist unbekannt, doch wird sie von SWITZER[4] e LE BION[5] verband um 1684 zuerst das Huyghens'sche Fe mit HOOKE's Röhrenlibelle, und hierauf folgte SISSON's V serung.

Nonagesimus. IV. 268. vergl. **Neunziger.** VII. 88.
Nonius oder Vernier. VII. 109. S. **Vernier.** IX. 1780.
Nordlicht. Nordschein. Beschaffenheit im Allgemeinen. VI Krone. 115. 128. 179. 220. Beschreibung des am 7. Jan. beobachteten. 126. periodische Wechsel. 132. Vertheilung reszeiten. 143. Ort derselben. 150. fälschlich sogenannte S 156. Höhe derselben. 159. Vorhandenseyn mehrerer Lichtb Art der Messung. 165. Leuchtkraft und Farbe; das dunkle S 175. der Bogen. 177. aufschiessende Strahlen. 178. die Kron Geräusch; Zeugnisse dafür. 187. und dagegen. 191. Zusamme mit der Witterung. 196. der Elektricität. 209. und dem Mag

---

1 Edinb. New Phil. Journ. N. LXXIII. p. 101.

2 Opp. var. L. B. 1724. praef.

3 Animodvers. on the first Part of the Machina coelestis of Jo VELIUS. Lond. 1674. p. 61.

4 Treatise on Waterworks. 1734. p. 91.

5 Traité de la Construct. et des princ. usages des Instrum. de

mus. 214. I. 159. VI. 1105. 1108. 1145. Lage der Nordlichtbogen. VII. 215. Ort der Krone. 220. Aeltere Zeugnisse für eine Einwirkung auf den Magnetismus. 221. neuere Anregung durch v. HUMBOLDT. 224. Zusammenhang der Zahl der Nordlichter mit der magnetischen Abweichung. 233. Hypothesen zur Erklärung. 234. optisches Meteor. 235. magnetisches. 236. elektrisches nach FRANKLIN. 238. feuriges durch Verbrennen von Wasserstoffgas. 242. magnetisches. 249. thermoelektrisches. 260. Nachtrag s. **Meteorologie.** VI. 2026. nachträgliche Beschreibung des weitverbreiteten vom 7. Jan. 1831 durch QUETELET. 2026. Zusammenhang mit der Witterung. 2028. Theorie. 2029.

Zus. Unter die merkwürdigen gehört ein in Nordamerica beobachtetes. Nach den Berichten schien es nicht an allen Orten, wo es sich zeigte, gleichzeitig stattzufinden, auch berichtet HUMPHREYS zu Annapolis, er habe feine Wolken über demselben gesehn. Es wurde sehr südlich zu Society-Hill unter 34° 35′ n. B. und zu Culloden unter 32° 45′ n. B. wahrgenommen, am letzteren Orte aber bloss im Norden, obgleich es am ersten sich weit hinaus nach Süden erstreckte. Auch in England nahm man dasselbe wahr, obgleich bei trübem Himmel. In America verdunkelten nicht bloss trübe Wolken den Himmel, sondern es fielen auch einige Schneeflocken[1].

Ueber den Zusammenhang der Nordlichter mit der Witterung ist nachzutragen, dass B. F. JOSLIN[2] aus gleichzeitig mit Nordlichtern angestellten Barometer- und Thermometerbeobachtungen zu beweisen sucht, dass gerade zur Zeit der Nordlichter eine grosse Menge aus feinen Eisnadeln bestehender Dunst in der Atmosphäre vorhanden sey; auch erwähnt Lady SOMMERVILLE[3], dass die Schiffer in Schottland nach einem Nordlichte stürmisches Wetter erwarten. Sie selbst beobachtete ein grosses am 18ten Oct. 1837, auf welches ein unerhörter Sturm mit Ungewetter folgte. Beachtenswerth sind endlich die Beobachtungen, welche NECKER DE SAUSSURE[4] zu Edinburg und auf der Insel Sky machte, und was er von Augenzeugen daselbst erfuhr. Er selbst hörte nie ein Geräusch, doch versicherten die Bewohner der Shettlandsinseln einstimmig, dass es bei starken stets vernommen werde und demjenigen gleiche, welches

1 Silliman amer. Journ. of Sc. T. XXXIV. p. 367.
2 Ebend. T. XXXV. p. 145.
3 Bullet. de la Soc. de Brux. 1838. N. 3. p. 82.
4 Compt. rend. T. XII. p. 346.

Digitized by Google

eine Kornschwinge (*Van*) erzeuge. Der Beobachter der meteorologischen Phänomene auf dem Leuchtthurm zu Sumburgh-Head sagte, dass er es bei verschlossenen Läden höre und dadurch auf die Anwesenheit der Nordlichter aufmerksam gemacht werde. NECKER DE SAUSSURE machte selbst die Erfahrung, dass die Nordlichter meistens von Reif begleitet waren, und dass auf die meisten Schnee, Regen und Wind folgte, und fand dadurch die in Schottland allgemein verbreitete Meinung bestätigt, dass die Nordlichter Vorboten von schlechtem Wetter und Winden seyen.

Nordpol der Erde. III. 839. Temperatur desselben. IX. 506.
Nordpunct. II. 59.
Noria, hydraulische Maschine. VII. 970.
Normalbarometer. VI. 1839. **Normalthermometer.** V. 831. 833.
Nossa-Senhora. S. **Meer.** VI. 1751.
Notiometer. S. **Hygrometer.** V. 592.
Nullpunct, absoluter, der Thermometer. X. 115.
Nutation, Wanken der Erdaxe. VII. 269. steht mit dem Vorrücken der Nachtgleichen in genauster Verbindung. 269. von BRADLEY genau erkannt. 271. Vergl. **Vorrücken der Nachtgleichen.** IX. 2119. 2162.

O.

Oasen, fruchtbare Stellen in den Wüsten. III. 1134. 1135.
Oberfläche der durch Rotation einer Curve entstandenen Körper. IX. 1179. Berechnung derselben. 2091. 2107. 2118.
Objectivdiopter. I. 283.
Objectivmikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2178.
Obolus. Griechisches Gewicht. VI. 1246.
Obsidian, Felsart. III. 1095. IX. 2269. dessen Thermoelektricität. X. 1055.
Ocean. S. **Meer.** VI. 1585.
Ochsenauge. Wolkenart. X. 2028.
Oculardiopter. I. 282. **Oculareinsatz.** IV. 167. **Ocularröhre,** pankratische. IV. 195.
Oefen. Stubenöfen; deren Construction und Heizung. S. **Heizung.** V. 168. Feilner'sche. 181.
Oeffnung der Fernröhre. S. **Apertur.** I. 979. IV. 164.
Oel. empyrheumatisches. IX. 1704. sonstige flüchtige und feste. IX. 1706. fettes siedet nicht. 1726. X. 1046. Gefrieren oder Gestehen desselben. 967. **Oelfett.** IX. 1708. **Oelsäure.** IX. 1699.

elgas. S. **Gasbeleuchtung.** IV. 1111.
elkrug der Witwe zu Zarpath. I. 259.
nometer, um den Gehalt des Weines zu bestimmen. VII. 273.
ir. der Menschen. S. **Gehör.** IV. 1198. des DIONYSIUS. VIII. 468.
renschmalz. S. **Gehör.** IV. 1201.
aëteris. S. **Cyclus.** II. 254.
gochronometer. VII. 273.
venöl. Ausdehnung desselben. I. 624.
vin. Fettart. III. 1098.
brometer. S. **Regenmass.** VII. 1340. **Ombrometrograph.** S. **Regenmass.**
erngucker. S. **Polemoskop.** VII. 873.
hthalmometer. I. 550.
ian. IX. 1716.
position. Gegensatz der Conjunction der Gestirne. I. 402.
diometer zur Bestimmung des deutlichen Sehens. VII. 273.
ik. Inhalt und Geschichte derselben. VII. 274—276.
ometer, um die Weite des deutlichen Sehens zu messen. IV. 1387. VIII. 751.
alien. X. 498.
el. Erfindung und Bau derselben. VIII. 372.
yie. Aegyptisches Mass. VI. 1231. 1238.
eille. IX. 1711.
eines Himmelskörpers, mittlerer. III. 787. IX. 19. optischer. IV. 1447. scheinbarer. 1448. heliocentrischer und geocentrischer. VII. 1115. der Planeten. IX. 1254.
llationen. regelmässige des Barometers. I. 926*. der Ebbe und Fluth. III. 42—44. des Wassers in heberförmigen Röhren. V. 564.
azom. IX. 1717.
ium und dessen Verbindungen. VII. 277.
rfest. Berechnung desselben. S. **Kalender.** V. 821. Ostercanon. 822.
unct. II. 59.
ee. deren tieferer Stand. S. **Meer.** VI. 1592. 1595. S. **Meer.**
aphium. Griechisches Mass. VI. 1244.

Zus. **Ozon** ist eine neue, durch SCHÖNBEIN aufgefundene Substanz, die vielleicht von grösster Wichtigkeit für die Physik, namentlich deren chemischen Theil, werden wird. Lange war der eigenthümliche Geruch bekannt, welchen die Reibungselektricität erzeugt, und welcher nicht bloss auf den Geruchsinn, sondern auch auf den Geschmack sehr kenntlich wirkt. Man betrachtete diesen ziemlich allgemein als Folge der durch die Elektricität bewirkten chemischen Zersetzung, deren Erzeugnisse die Geruchs- und Geschmacks-Nerven afficiren sollten; allein die Unhaltbarkeit dieser Hypothese habe

Digitized by Google

ich selbst[1] längst aus unwiderleglichen Gründen dargetha
Die Sache erhielt eine bedeutende Erweiterung, als Schö
bein[2] auffand, dass die riechende Substanz auch bei d
Analyse des Wassers durch Gold- oder Platindrähte einer kr
tigen hydroelektrischen Säule, dem erzeugten Sauerstoffgas b
gemengt, zum Vorschein komme, und als er zugleich bemerk
dass Platindrähte, wenn sie nur einen Augenblick in das r
chende Gas eingesenkt oder der aus Spitzen ausströmend
Elektricität entgegengehalten waren, negativ polarisirt wurd
also mit dem einen Ende eines empfindlichen Galvanomet
verbunden, an dessen anderm Ende sich ein unveränderter P
tindraht befand, nach dem Einsenken dieser beiden Drähte
gesäuertes Wasser einen sehr kenntlichen elektrischen St
erzeugten. Hierauf gründete er den Schluss, der riech
Stoff müsse ein den Salzbildern, dem Chlor, Brom und
anzureihender Stoff seyn, dem er den Namen Ozon gab,
er sich zuerst durch den Geruch geoffenbart hatte.

Als Gegner dieser Hypothese trat de la Rive[3] au
leitete den Geruch von feinen, in der Luft schwebenden,
die Elektricität fortgerissenen oxydirten Platintheilch
Dieser schon an sich gewagten Hypothese steht das s
selbst darbietende Argument entgegen, dass das Ozon
Ausströmen aus Spitzen jeder Art, metallenen, hölzernen u.
zum Vorschein kommt, also unmöglich durch fortge
Theilchen der verschiedensten Substanzen sich stets
gleich erzeugt werden kann, und es scheint mir daher
thig, die gründliche Widerlegung, welche Schönbein[4]
berühmten Genfer Physiker entgegengesetzt hat, hier
theilen. Unterdess verfolgte Letzterer seine Entdeckung
und wurde durch das Festhalten an seiner anfänglichen H
these zu einem Verfahren geleitet, das Ozon in grösserer M
auf chemischem Wege darzustellen[5], denn eben die ge
Menge, worin dieser neue Stoff bloss in Gasform auftritt,

1 Handbuch der Naturlehre. 1829. Bd. I. S. 833.

2 Poggendorff Ann. Bd. L. S. 616. Bibl. univ. N. S. T. XX
p. 342.

3 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 402 ff.

4 Ebendas. Bd. LIX. S. 240.

5 Bibl. univ. de Genève. Nouv. Sér. 1844. Mai. p. 395.

vom Anfang an und steht auch noch jetzt einer näheren Untersuchung bedeutend entgegen. SCHÖNBEIN that wohl daran, alles, was sich nach seinen Erfahrungen und Ansichten auf den neuentdeckten Körper bezieht, in einer eigenen Monographie [1] bekannt zu machen, worin auch die von ihm sogleich nach Entdeckung des Ozons der Münchener Societät mitgetheilte Abhandlung aufgenommen worden ist.

Die so eben aufgefundene Darstellung des Ozons auf chemischem Wege geschieht auf folgende Weise. Man nimmt eine grosse gläserne Flasche, spült sie mit reinem Wasser aus, lässt eine etwa 1 Z. lange, frisch abgeschabte Stange klaren Phosphor langsam hineingleiten, bedeckt sie lose mit einem Korkstöpsel und wartet eine durch die Temperatur bedingte Zeit ab. Bei einer äusseren Wärme von 0⁰ bis etwa 8⁰ findet gar keine oder eine höchst langsame Ozonbildung statt, bei 12⁰ bis 15⁰ dagegen erfolgt sie in wenigen Minuten, bei noch höherer entzündet sich der Phosphor leicht und kann sogar Explosionen herbeiführen. Nach einer durch die Temperatur bedingten längeren oder kürzeren Zeit zeigt sich in der Flasche der bekannte Phosphorgeruch und ein in dieselbe etliche Secunden hineingehaltener Platinstreif wird auf gleiche Weise positiv polarisirt, als wenn er mit Phosphor bestrichen wäre; später tritt allmälig der Ozongeruch hervor, wird zunehmend intensiver und ein hineingehaltener Platinstreif zeigt sich negativ polarisirt. Hat der Ozongeruch seine höchste Intensität erreicht, so fängt er wieder an abzunehmen und verschwindet durch den fortdauernden Einfluss des Phosphors zuletzt gänzlich. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass das auf dreifache Weise erzeugte, durch Ausströmen der Elektricität, der positiven wie der negativen, aus Spitzen, durch die Analyse des Wassers und durch Phosphor erhaltene Ozon ein und dieselbe Substanz sey, denn sowohl der Geruch als auch die negative Polarisation des Platins und Goldes sind bei allen völlig gleich, wie nicht minder auch die sonstigen Wirkungen, so weit sich diese bei allen drei Arten wahrnehmen lassen. Indem nämlich SCHÖNBEIN an der Hypothese festhielt, das Ozon sey ein dem Chlor, Brom und Iod ähnlicher Körper, versuchte er

1 Ueber die Erzeugung des Ozons auf chemischem Wege von C. SCHÖNBEIN. Basel 1844.

Digitized by Google

dessen Kraft, die Pflanzenfarben zu zerstören, und fand auch wirklich, dass ein Streif Lackmuspapier in einer Ozon enthaltenden Flasche während einer Viertelstunde völlig gebleicht wurde. Es zeigte sich eine gleiche Einwirkung auf Veilchensyrup und Indigolösung, als feinstes Reagens zur Entdeckung der geringsten Spuren dient aber Stärkekleister mit etwas Iodkalium auf Papier aufgetragen. Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, schweflige Säure, die unedlen Metalle u. s. w. zerstören das Ozon und alle Spuren desselben verschwinden durch das Vorhandenseyn namentlich der genannten Gase, weswegen denn auch der durch Maschinenelektricität erzeugte Geruch in sehr reiner Luft am stärksten hervorzutreten scheint. Auch der Phosphor zerstört das Ozon, welches sich in dieser Beziehung gerade wie das Chlor verhält, denn ein Stück Phosphor neben der Ausströmungsspitze der Elektricität hebt die Wirkung der letzteren auf, ozonhaltiges Sauerstoffgas der positiven Elektrode verliert seine Polarisations- und Bleichkraft durch ein hineingehaltenes Stück Phosphor, und dass dieser auch das chemisch bereitete Ozon durch längere Einwirkung zerstöre, ist bereits erwähnt worden.

Zur Beantwortung der wichtigen Frage, was das Ozon seinem Wesen nach sey, geht SCHÖNBEIN von der allseitig bestätigten Erfahrung aus, dass zur Erzeugung desselben Stickstoff unumgänglich nöthig ist, denn nie kommt jenes zum Vorschein, wenn dieser fehlt, obgleich Sauerstoffgas vorhanden ist. Hiernach nimmt er an, dass das Stickgas, dessen Einfachheit schon mehrmals als problematisch betrachtet wurde, aus Ozon und Wasserstoff bestehe, mithin O z o n w a s s e r s t o f f sey, und indem er diese Verbindung dann mit Chlorwasserstoff vergleicht, zeigt er im Einzelnen eine allerdings überraschende Aehnlichkeit des Verhaltens dieser beiden Stoffe. Bei der Elektrolyse des Wassers und dem Ausströmen der Elektricität aus Spitzen beruht demnach die Zersetzung des Stickgases und Erzeugung des Ozons auf einer einfachen chemischen Zersetzung; schwieriger aber ist dieses bei der Bildung auf chemischem Wege zu erklären. Hauptsächlich ist hierbei zu beachten, dass das Ozon keine Phosphorverbindung seyn kann, weil es auch auf sonstige zweifache Weise ohne die Anwesenheit irgend einer Spur von Phosphor zum Vorschein kommt. Beachtung verdient hierbei zugleich, dass ein Leuchten des Ph

phors in stickstoffhaltigem Sauerstoffgas schon bei niedriger Temperatur sich zeigt, in reinem Sauerstoffgas aber erst bei 27° C. Temperatur, was er aus einer Zerlegung des Stickgas und einer Verbindung des Ozons mit Phosphor ableitet, da ozonhaltige Luft ihren Geruch und ihr Bleichvermögen durch Phosphor verliert. Endlich hebt er aber die Bildung der phosphatischen Säure aus Phosphor in atmosphärischer Luft hervor und findet es unbegreiflich, wie diese Mischung aus phosphoriger und Phosphorsäure durch blosse Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft aus Phosphor entstehn könne, weil nicht abzusehn sey, warum gleichzeitig 1 Theil Phosphor sich mit 3 Th. Sauerstoff und ein anderer mit 5 Th. verbinden sollte. Hiernach wird also angenommen, dass das Stickgas sein Ozon an den Phosphor abgebe und damit Ozonphosphor bilde, während durch gleichzeitige Einwirkung des Sauerstoffs phosphatische Säure entstehe und ein Theil des Ozons frei werde. Hierdurch wird indess der räthselhafte Process nur im Allgemeinen bezeichnet, nicht aber mit einer Schärfe und Bestimmtheit, welche Ueberzeugung erzwingt; auch wagt Schönbein vor der Hand noch nicht darüber zu entscheiden, ob die vorausgehende Oxydation die Bildung des Ozon-Phosphors bedinge oder das Verhalten ein umgekehrtes sey, so wie es zugleich räthselhaft bleibt, warum anfänglich ein Theil Ozon frei, später aber wieder durch Phosphor gebunden wird.

Da das Ozon durch die aus Spitzen ausströmende Elektricität erzeugt wird, so lässt sich vermuthen, dass Blitzschläge eine gleiche Wirkung haben können. Schönbein leitet daher den bekannten Geruch beim Einschlagen der Blitze von gebildetem Ozon her und will diesen Körper zugleich im Regenwasser nach anhaltendem Blitzen gefunden haben, ja selbst durch Luftelektricität soll derselbe zum Vorschein kommen, was mindestens durch die Bläuung des oben beschriebenen sehr empfindlichen Probepapiers angedeutet wird. Die Bemühungen, das Ozon an irgend eine Basis zu binden, haben bis jetzt noch zu keinen befriedigenden Resultaten geführt, denn es gelang bloss, Iodkalium durch dasselbe zu zerlegen. Das Verfahren ist zu weitläuftig, um es hier deutlich zu beschreiben, und ausserdem ist es sehr mühsam, denn man muss nicht etwa eine einzige Flasche, sondern deren mehrere, auch die grössern, worin das Ozon durch abgetrockneten Phosphor erzeugt

Digitized by Google

wurde, wiederholt so lange mit derselben geringen Menge ei ner wässerigen Iodkaliumlösung schütteln, bis der Ozongera gänzlich verschwunden ist. Das durch einen weitläufigen Pr cess endlich in geringer Menge erhaltene Salz entwickelt dur Hitze einen scharfen, die Respirationswerkzeuge bedeutend a greifenden Dampf. Im Ganzen sind also die Untersuchung über diesen räthselhaften Körper noch nichts weniger als a geschlossen, und es wird den Chemikern noch grossen A wand von Zeit und Mühe kosten, bis man das Wesen d neuen Körpers genau kennt.

Angenommen, die durch Schönbein aufgestellte Hypoth wäre richtig und das Ozon gehörte zu den Salzbildern, würde es nach dem Entdecker zwischen Chlor und Brom hören, so dass die Reihenfolge wäre: Chlor, Ozon, Br Iod; denn das Ozon wird durch Chlor ausgeschieden, sche aber das Brom und Iod aus ihren Verbindungen. Unter V aussetzung endlich, dass der Stickstoff nicht einfach, sond Ozon-Wasserstoff sey, nimmt Schönbein folgende Verbi gen an:

1) Wasserstoffverbindungen.

1	Atom	Ozon	+	1	Atom	Wasserstoff	=	Stickstoff
1	—	—	+	2	—	—	=	unbekannt
1	—	—	+	3	—	—	=	Amid.
1	—	—	+	4	—	—	=	Ammoni
1	—	—	+	5	—	—	=	Ammoniu

2) Hydrosauerstoffverbindungen.

1	At. Ozon	+	1	At. Wasserst.	+	1	At. Sauerst.	= Stickoxydul
1	— —	+	1	— —	+	2	— —	= Stickoxyd.
1	— —	+	1	— —	+	3	— —	= salpetrige Säure
1	— —	+	1	— —	+	4	— —	= Untersalpeters
1	— —	+	1	— —	+	5	— —	= Salpetersäure.

Ganz neuerdings hat Schönbein[1] die Hypothesen ge wonach das Ozon eine Verbindung von Stickstoff und Sa stoff seyn soll, wie sehr viele Chemiker vermutheten, einige dasselbe sogar für die bekannte salpetrige Säure h wollten, welche allerdings einen hineingesenkten Platin

1 Poggendorff Ann. Bd. LXIII. S. 520.

1 Pogg.

gleichfalls negativ polarisirt. Inzwischen ist es nicht schwer, den Unterschied beider Stoffe evident nachzuweisen, da unter andern die salpetrige Säure das Ozon zerstört. Wäre letzteres eine sonstige Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff, so müsste es entweder auf einer höheren oder auf einer niedrigern Oxydationsstufe stehen, als die fünf bekannten, bei denen der Stickstoff mit 1, 2, 3, 4, 5 Atomen Sauerstoff verbunden ist, oder endlich zwischen diesen liegen. Gegen das Erstere streitet der Umstand, dass das Ozon nicht sauer ist, gegen das Zweite, dass es Salz bildet, was durch die bekannten niederen Oxydationsstufen nicht geschieht; das Dritte wäre zwar möglich, doch findet SCHÖNBEIN jede Hypothese dieser Art schwieriger und minder wahrscheinlich, als die von ihm aufgestellte.

P.

chometer. VII. 278.
lladium und dessen Verbindungen. VII. 278.
llas. Geschichte der Entdeckung. VII. 279. Bahn. 280. Beschaffenheit. 281. Vergl. **Volumen.** IX. 2073—2076.
lme. Mass der Aegyptier. VI. 1231. der Juden. 1237. der Griechen. 1243.
mpas. Ebenen in America. III. 1138.
nflöte, Papagenoflöte. VIII. 349.
nkratische Oculare. IV. 195.
nmelodion. Musikalisches Instrument. VIII. 348.
norama. VII. 282. erste Bekanntwerdung. 284.
nsterrad. S. **Rad.** VII. 1171.
ntograph. Storchschnabel. VII. 284.
nydrometer. I. 379. VI. 450. VIII. 675.

Zus. PONTUS hat diesen Apparat abermals unter dem Namen Pesometer als neue Erfindung in Vorschlag gebracht[1].

rabel. Rectification derselben. IX. 2099.
radoxon. hydrostatisches. S. **Mechanik.** VI. 1498. VII. 902. pneumatisches. S. **Pneumatik.** VII. 679. **Wärme** X. 1127.
raffin. IX. 1707.
rakusis Willisiana. S. **Gehör.** IV. 1219.
rallaktisches Instrument. VII. 293.
rallaxe. der Sonne. II. 696. der Fixsterne. I. 21. IV. 326. VII.

1 Journ. de la Soc. des Sc. phys. 1835. Déc. p. 414.

285. 293. X. 1376. tägliche. VII. 287. jährliche oder der Erd
292. X. 1365. der Doppelsterne. 1417.
Parallelkreise. Parallele auf der Erde. III. 839. VII. 294.
Parallelogramm der Kräfte. I. 933. V. 115. Vergl. **Mechanik.** VI. 1492.

Zus. Hierüber handeln: PINI[1], SVAMBERG[2] und PAUC

Parallelstrahlen. VII. 295.
Parameter. Variation desselben. IX. 1603.
Parasange. ägyptisches Mass. VI. 1232. und arabisches. 1238.
Passagen-Instrument. II. 683. VI. 17. IX. 730. Beschr
VII. 296. Prüfung der richtigen Aufstellung. 300.
Passatwinde. X. 1894. geographische Verbreitung derselben.
Passevin. VIII. 671. IX. 585.

Zus. **Passivität** der Metalle. Man wusste seit la Zeit, dass manche Metalle, namentlich Eisen, von concent Salpetersäure nicht angegriffen werden, und leitete dieses einem stärkeren Gebundenseyn des Sauerstoffs in dieser S her. Einen bedeutenden Schritt weiter ging HERSCHEL[4], er wahrnahm, dass gereinigtes weiches Eisen in Salpete von 1,399 spec. Gewicht sich zwar anfänglich bräunt, aber seinen Metallglanz wieder annimmt, und in diese stande als präparirtes Eisen selbst mit Gold, Silber, tin, Quecksilber, Glas und andern Substanzen berührt Säure nicht angegriffen wird, mit Glas oder sonstigen fen Sachen abgeschabt aber sich wie ursprünglich Wird dagegen präparirtes Eisen in der Luft oder in der mit Kupfer, Zink, Zinn, Wismuth, Antimon, Blei oder präparirtem Eisen berührt, so geht hierdurch der präp Zustand verloren. Aus salpetersaurer Kupfersolution fällt ches Eisen nichts, wird es aber in der Flüssigkeit mit K berührt, so überzieht es sich augenblicklich mit Kupfer. Aufbrausen der Säure wechselt oft anhaltend in sehr k Intervallen, und wenn das Eisen seine braune Farbe nicht liert, auch fortwährend Gasblasen entwickelt, so erhält es d Berührung mit Platin, oder wenn man es, aus der Säure zogen, einige Zeit an der Luft hält und mit einem Stosse

1 Mem. di Mat. e Fisica della Soc. Ital. 1809. T. XIV.
2 Stockholmer Denksch. T. XXXII.
3 Jahresverhandl. der Kurländ. Ges. 1819.
4 Ann. de Chim. et Phys. T. LIV. p. 87.

der in die Säure wirft, sofort seine Blänke wieder. Das präparirte Eisen widersteht der Säure auch bei höherer Temperatur, aber nicht beim Sieden; angelassener Stahl, z. B. blaue Uhrfedern, werden selbst in siedender Säure nicht angegriffen, statt dass glasharter Stahl selbst kalter Säure nicht widersteht. Herschel bemerkt, dass Keir[1] ähnliche Beobachtungen gemacht habe, allein diese beziehn sich zunächst auf die Nichtlöslichkeit des Eisens in starker Salpetersäure, ohne die mannigfaltigen Modificationen dieser Erscheinung, die hier grossentheils mitgetheilt worden sind. Dahin gehört dann auch eine Reihe von Versuchen, welche Wetzlar[2] bekannt gemacht hat, worunter ein interessanter und leicht anzustellender der ist, dass stählerne Strickstöcke, deren eine Enden eine Zeit lang in salpetersaure Silbersolution eingetaucht und sofort mit Leder stark abgerieben sind, an diesen Enden in einer salpetersauren Kupfersolution nicht mit Kupfer überzogen werden, an den entgegengesetzten Enden aber desto stärker. Fechner[3] tauchte einen Silber- und einen Eisendraht, beide mit den Enden eines Multiplicators verbunden, in salpetersaure Silbersolution, und fand, dass bei stärkerer Concentration das Eisen negativ elektrisch war, in minder concentrirter dagegen positiv. Wird die concentrirte Lösung mit dem dritten Theil ihres Volumens reiner Salpetersäure vermischt und ein Eisenstäbchen eingetaucht, so läuft dieses sogleich schwarz an, wird zunehmend weisser, zuletzt ganz silberweiss glänzend, worauf dann das Silber sich rasch wieder auflöst unter starker Salpetergasentwickelung, bis das Eisenstäbchen wieder blank erscheint.

Unabhängig von diesen Erfahrungen beobachtete Schönbein[4], dass verschiedene Metalle von starken Säuren nicht angegriffen werden; er verfolgte diesen Gegenstand weiter, nannte dieselben in diesem Zustande *passiv*, das ganze Verhalten *Passivität*, und wurde dadurch der Begründer der Lehre von

---

1 Philos. Trans. 1790. Schweigger's Journ. Bd. LIII. S. 151.

2 Schweigger's Journal Bd. XLIX. S. 470. Bd. L. S. 80 u. 129. LVI. S. 206. Vergl. die Beobachtungen von Fischer in Poggen-f Ann. Bd. VI. S. 44 ff. u. 51.

3 Lehrbuch des Galvanismus. S. 416.

4 Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 390. 590. Das Verhalten des ens zum Sauerstoff. Basel 1837.

Digitized by Google

diesem eigenthümlichen, höchst merkwürdigen Verhalten. Un
die wichtigsten, von ihm entdeckten Thatsachen gehört, d
Stanniolstreifen in Salpetersäure von 1,5 spec. Gewicht selbst
Sieden nicht angegriffen werden; werden sie herausgezogen
an der Luft gehalten, selbst in trockner oder in Wasserst
so beginnt die Oxydation bald an einem Puncte und verbreitet
von da über die ganze Fläche. Rostfreies Eisenfeilicht
von dieser Säure nicht angegriffen, wie man schon f
wusste, aber selbst wenn es damit benetzt ist und dann W
ser zugegossen wird, bleibt es blank. Werden Eisensp
chen vorher über einer Weingeistlampe bis zur Bläue er
so greift weder concentrirte noch verdünnte Säure sie an.
hitzt man das eine Ende eines beliebig langen Eisendraht
zum Anlaufen in einer Weingeistflamme und senkt dieses
zuerst in verdünnte Salpetersäure, so wird weder dieses,
auch das andere, später eingesenkte Ende des umgebo
Drahtes angegriffen; der ganze Draht ist passiv, doch
das andere Ende, wenn zuerst für sich eingetaucht,
griffen. Merkwürdig ist, dass ein auf diese Weise pas
machter Eisendraht alle andere, ihn berührende und
eingetauchte gleichfalls passiv macht. Letztere Ersch
hören indess mit stärkerer Erhitzung der Säure auf.
man einen Eisendraht mit einem Platindrahte in met
Berührung und taucht den Platindraht zuerst, dann de
sendraht in die Säure, so ist dieser passiv; berührt man
siven Eisendraht ausser der Säure mit einem Platindrahte,
teren wieder mit einem Eisendrahte, so zeigt sich die
die Säure getaucht, gleichfalls passiv, und eben dieses
Fall mit den beiden Enden eines Eisendrahtes, dessen
Ende einige Linien tief in Platin- oder Goldsolution ge
war. Uebrigens verlieren die Eisendrähte ihre Passivität d
verschiedene Ursachen, namentlich Erschütterung und Be
rung mit activen Metallen. Der Zusammenhang dieser
scheinungen mit dem elektrischen Verhalten geht aus fo
dem Versuche hervor. Bringt man Salpetersäure von 1,36
Gew. in den Kreis einer Volta'schen Säule so, dass ein
tindraht vom negativen Pole in sie taucht, ein Eisendraht
erst in dieselbe getaucht und dann mit dem positiven ver
den wird, so verhält sich letzterer ebenso activ, als wenn
mit dem Pole verbunden zuerst eingesenkt und dann die K

nit dem Platindrahte geschlossen wird; ist aber der Platin-
draht zuerst eingetaucht und der Eisendraht mit dem positiven
Pole verbunden, so zeigt er sich nach dem Schliessen der Kette
assiv, und bleibt dieses auch, nachdem er von der Säule ge-
rennt ist. Spätere Versuche[1] bewiesen, dass das Eisen diesen
assiven Zustand nur gegen den Sauerstoff, aber nicht gegen
ndere negativ-elektrische Elemente annimmt. Taucht man
nen zur Gabel gebogenen Eisendraht mit beiden Schenkeln
Salpetersäure von 1,35 spec. Gew., so erfolgt lebhafte
ußösung; zieht man ihn nach etwa einer Secunde heraus und
lt ihn einige Augenblicke an der Luft, so ist die Wirkung
hwächer, und nach einigen Wiederholungen dieses Verfahrens
igt sich der Draht ganz passiv. Berührt man demnächst
s der Enden mit einem Kupferdraht, so werden beide lang-
n activ, aber merkwürdigerweise in Absätzen, so dass die
stände der Activität und Passivität stossweise wechseln, bis
r erstere dauernd wird.

Die eben erwähnten pulsirenden Erscheinungen hat L.
ELIN[2] weiter verfolgt. SCHÖNBEIN bemerkt wiederholt, dass
e Passivität des Eisens in höheren Temperaturen verschwin-
. GMELIN nahm Säure von 1,5 spec. Gewicht und fand bei
° C. die Gasentwickelung beginnend; bei 100° dauert sie
ig fort und die Säure sättigt sich so stark mit Eisenoxyd,
s sie syrupartig wird und beim Erkalten zu einer gelbbrau-
n, faserigen Masse gesteht. Erhitzt man die Säure mit dem
aht bis zum heftigen Sieden, so wird letzterer sogleich oder
ch einiger Zeit pulsirend, ein Drahtbündel aber kann schon
der im Wasserbade erwärmten Säure pulsirend werden, weil
e Temperatur durch die Auflösung der grösseren Masse ge-
igert wird. Der pulsirende Draht zeigt bei 100° C. eine
rkere Gasentwickelung, als der nicht pulsirende, die Gas-
twickelung nimmt in der Regel von oben nach unten allmä-
g zu und steigert sich plötzlich unter Bildung grosser Blasen
s zum Herausschleudern der Säure. Die Gasentwickelung
ngt dann wieder schwach an und steigert sich bis zur ge-
nnten Explosion in Intervallen, die um so kürzer sind, je
niger Eisen von der Säure aufgelöst ist. Taucht man das

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 444. 493.
2 Handbuch der Chemie. 4. Aufl. Bd. I. S. 317.

Digitized by Google

pulsirende und das active Ende eines Eisendrahts in Säure b 100⁰ C., so pulsirt oft zuerst das erstere einige Male für si dann auch das andere, und jedesmal gleichzeitig. Nimmt m den Draht vor dem beginnenden Pulsiren heraus, so lä das pulsirende Ende sogleich braun an, während das ni pulsirende blank erscheint, nach dem Pulsiren aber heraus zogen laufen beide Enden an der Luft braun an. Verbi man einen pulsirenden und einen nicht pulsirenden Draht einem Galvanometer, so zeigt sich ersterer bei 100⁰ in Säure positiv-elektrisch, die Abweichung der Nadel ni zu, bis zum Eintritt des Pulsirens, worauf sie sogleich rückgeht.

Dieses eigenthümliche Verhalten der Metalle, namentlich Eisens, wovon hier nur die hauptsächlichsten Erscheinu mitgetheilt worden sind, musste nothwendig die Aufmerksa der Physiker erregen und sie antreiben, nach der Ursache selben zu forschen. FARADAY[1], welchem SCHÖNBEIN seine En deckung mittheilte, wiederholte die Versuche unter versch nen Modificationen. Unter anderem fand er, dass ein Eis draht, mit dem einen Ende eines Galvanometerdrahtes ve den, durch das gleichzeitige Einsenken eines mit dem an Ende desselben verbundenen Platindrahtes in Salpetersäure pa siv wird, ja selbst ein kleiner Platindraht, mit einer gr Masse Eisen verbunden, macht diese passiv, statt dass E den berührten Eisendraht noch activer macht. Zwei mit Galvanometer verbundene Drähte, ein Eisen- und Platin in Salpetersäure von 1,35 spec. Gewicht getaucht, geben elektrischen Strom und das Eisen ist positiv, bald hört die Auflösung desselben auf und damit der elektrische Str das Eisen ist passiv. Eben diese Wirkungen geben Gold Kohle statt des Platins. FARADAY glaubte die Ursache Passivität des Eisens in einem dünnen Ueberzuge von O suchen zu müssen, womit dasselbe beim Erhitzen oder E tauchen in concentrirte Salpetersäure überzogen würde welcher dann eine weitere Oxydirung nicht gestatte, weil gebildete Oxyd nicht aufgelöst werde, mithin der elektrisc Strom bei mangelnder chemischer Action aufhören müsse.

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. IX. p. 53 ff.

wischen überzeugte sich FARADAY[1] später selbst, dass diese Erklärung ungenügend sey, ohne dass ihn jedoch andere, namentlich die von MOUSSON, befriedigten. Letzterer[2] hält den usdruck der Passivität für eine nichts erklärende Bezeichnung, as wohl richtig ist, obgleich man ihn deswegen nicht unnütz ennen kann, da es nur auf einen die Thatsache bezeichnenn Ausdruck ankommt, FARADAY's Erklärung verwirft er aber gen der auffallenden Blänke der Metalle, auch stehen ihr mentlich WETZLAR's Versuche entgegen; dagegen glaubt USSON auf die Resultate seiner eigenen Versuche eine von LA RIVE gebilligte Erklärung gründen zu können. Da diese less bis jetzt keinen Anklang gefunden hat, so möge es nügen, nur die wesentlichsten Puncte kurz anzudeuten. Dass concentrirte salpetrige Säure das Eisen, und vielleicht alle talle, nicht angreife, wird vorausgesetzt, allein hiervon eben ste der Grund nachgewiesen werden. Diese Säure entsteht durch Entziehung eines Theils Oxygen, welches die contrirte Säure abgiebt, und legt sich als dünne Hülle an das all, wodurch es dann unlöslich wird, weswegen auch im en Momente des Einsenkens der Drähte in die Säure ein trischer Strom sichtbar wird, der aber dann sofort verindet. Dieser Strom, je nachdem er Säure zuführt oder entt, befördert oder hindert hierdurch die Ansammlung der salpetriSäure, wodurch dann der Wechsel des elektrochemischen Verss der Metalle gegen Salpetersäure bedingt werden soll.

Inzwischen hat SCHÖNBEIN[3] beide Hypothesen mit den triften Gründen widerlegt. Gegen die Annahme eines Uebers von Oxyd könnte schon der Umstand entscheiden, dass h wiederholtes Eintauchen in Salpetersäure von 1,35 spec. icht passiv gemachtes Eisen eine weit blänkere Oberfläche t, als diese sonst auf irgend eine Weise hervorgebracht den kann. Ein passiver Eisendraht verhält sich in stark ünnter Salpetersäure wie ein activer, aber selbst ein actials positiver Poldraht ist in derselben passiv, was unmög-Folge einer Oxydschicht seyn kann, da auch nach stun-

---

Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. X. p. 175.

Bibl. univ. 1836. Sept. p. 165. Poggendorff Ann. Bd. XXXIX.

Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 137. 342.

Digitized by Google

denlanger Einwirkung der Säure sich keine Spur von Eisen in derselben findet. Ist die Säure concentrirter, z. B. von 1,3 spec. Gewicht, so enthält diese allerdings Eisen, welches als Eisennitrat von dem aus der Säure herausragenden Theile des Drahtes seyn soll. Sobald der elektrische Strom nicht mehr durch den Eisendraht geht, wird letzterer sofort durch die Säure angegriffen. Wie grossen Werth daher auch FARADAY auf diese Erscheinungen als Beweis für die chemische Theorie der hydroelektrischen Säule legt, weil beim Eintauchen eines Eisen- und eines mit ihm durch den Multiplicator verbundenen Platindrahtes der elektrische Strom mit dem Eintritt der Passivität des ersteren und der gleichzeitig aufhörenden chemischen Zerlegung verschwindet, so sieht man hier im Gegentheil, dass die chemische Thätigkeit mit dem Schwinden des elektrischen Stromes eintritt, weswegen auch SCHÖNBEIN ganz consequent schliesst, dass die nächste Ursache der chemischen Indifferenz des Eisens gegen Salpetersäure nothwendig unmittelbar im elektrischen Strome selbst liegen müsse, mithin das chemische Verhalten durch die Elektricität, keineswegs aber die letztere durch das erste bedingt werde. Auf keine Weise aber ist das erwähnte Pulsiren und das hieraus und aus der Wirkung des wiederholten Eintauchens der Eisendrähte in concentrirte Salpetersäure hervorgehende abwechselnde Activ- und Passivwerden derselben mit dieser Hypothese vereinbar. HERSCHEL'S Hypothese, wonach die Passivität des Eisens Folge der dasselbe umgebenden salpetrigen Säure seyn soll, ist von SCHÖNBEIN durch die zahlreichsten, gewichtigsten Argumente vollständig widerlegt worden. Zeigt sich unter anderm der Eisendraht am positiven Pole der Säule passiv in sehr verdünnter Salpetersäure, so ist in dieser wegen der Menge des vorhandenen Wassers die Bildung der salpetrigen Säure gar nicht möglich. Ein solcher Poldraht zeigt sich ferner auch passiv gegen Kupfersalzsolutionen, aus denen er von der Säule getrennt das Kupfer niederschlägt. Mit dieser Hypothese ist endlich die Uebertragung der Passivität von einem Eisendrahte auf einen mit ihm verbundenen gar nicht verträglich, vielmehr müsste hierbei nach derselben gerade das Gegentheil eintreten.

Ganz neuerdings hat L. GMELIN [1] FARADAY'S Hypothese

---

1 Handbuch. 4. Aufl. Bd. I. S. 318.

ler in Schutz genommen. Erhitztes, also mit Eisenoxyd-Oxy-lul überzogenes Eisen wird in kalter starker Salpetersäure icht angegriffen, in heisser löst sich dieses Oxydul auf und ntsteht jederzeit neu. In Säure von dem spec. Gewichte 1,35 ntsteht der Ueberzug durch die Verbindung mit Platin, welhes die am Eisen frei werdende — Elektricität an das ausgechiedene Stickoxyd überführt und die Vereinigung des Sauertoffs mit dem Eisen an allen Puncten begünstigt. Eine gleiche irkung findet statt, wenn das Eisen als positive Elektrode ent. Oxydirbare Metalle, als Kupfer, heben den passiven ustand auf, indem sie den Sauerstoff der Säure aufnehmen d die — Elektricität dem Eisen zuführen, gegen welches sich s ausgeschiedene Stickoxyd hinbewegt und mit der Oxydlle vereint diese durch Entziehung des Sauerstoffs zerstört. ark passives, mit einer dicken Oxydschicht überzogenes Eisen cht gewöhnliches passiv, weil über letzterem früher eine ydschicht gebildet wird, als die des ersteren völlig zerstört , und ebenso macht actives Eisen umgekehrt das passive eichfalls activ, der passive Zustand wird aber durch alle uren aufgehoben, welche das Eisenoxyd leicht auflösen. agegen lässt sich indess mit Grunde einwenden, dass die raussetzung einer wegen ihrer Dünne unsichtbaren Oxydhicht mit optischen Gesetzen im Widerspruch steht, denn die innsten Schichten, wenn wirklich vorhanden, haben die lebftesten Farben, und zwar beginnen diese mit dem Blau, und an das erhitzte Eisen zuerst Gelb zeigt, so ist fraglich, ob ses der ersten Ordnung der Newton'schen Farben zugehört r nicht vielmehr einer folgenden. Gmelin gesteht übrigens bst, dass die Hypothese nicht alle Erscheinungen erkläre, d so lange dieses der Fall ist, muss nothwendig nach einer nügendern gesucht werden.

Der hier aufgestellten Ansicht stehen die Resultate entgegen, lche Martens[1] aus seinen Versuchen entnommen hat, wonach nker Eisendraht durch Glühen in reinem Wasserstoffgas anlief d der blaue Ueberzug daher nicht durch eine dünne Oxydschicht eugt werden, mithin die dann sich zeigende Passivität von

[1] Bulletin de l'Acad. de Brux. 1840. P. I. p. 393. 1841. P. II. i. 1842. P. II. p. 22. Poggendorff Ann. Bd. LXI. S. 121.

seiner Oxydation unabhängig seyn soll. Inzwischen sucht B
durch eine Reihe interessanter Versuche darzuthun, dass
angewandten Vorsicht ungeachtet dennoch selbst in den
trocknem Wasserstoffgas gefüllten Röhren leicht eine ger
Menge Feuchtigkeit vorhanden seyn könne, durch deren Z
setzung die dünne Oxydschicht gebildet werde. Nach sei
Ansicht ist dann die Passivität des Eisens eine Folge d
Oxydschicht, weil ein in einer reinen Wasserstoffatmosp
oder in flüssigem Metall erhitzter Eisendraht von Salpeter
allerdings angegriffen werde. Dass übrigens das Erhitzen
Eisendrahtes diesen nicht passiv mache, sondern sogar
Passivwerden hindere, scheint ihm aus folgenden Erfahr
hervorzugehen. Wenn man zwei blanke Eisendrähte als E
troden in verdünnte Schwefelsäure taucht, so wird bei
Wasserzersetzung die positive Elektrode schwarz, wird p
und die Zersetzung hört auf, weil diese Elektrode nega
zugleich fällt die Oxydschicht stückweise von ihr ab
wird blank. Lässt man dagegen die Drähte zuvor
so desoxydirt sich die negative Elektrode und die W
setzung dauert fort. Wird dann die Stromrichtung
und dadurch auch die andere Elektrode von ihrem O
zuge befreit, so wird die dann positive Elektrode nach
ger Zeit passiv und die Wasserzersetzung hört auf. Hie
würde also die durch den elektrischen Strom erzeugte P
tät nicht durch die Erhitzung bedingt und auch nicht durch
Oxydüberzug, denn sonst müsste die von diesem befreite
wieder blank gewordene Elektrode ihre Passivität verlieren.
TENS hat zwar gegen diese Resultate Zweifel erhoben, allein
zeigt durch eine Reihe sehr genauer Versuche, dass das E
lerdings mit einer negativen Schicht an seiner Oberfläche be
werde, die aber durch gewisse Behandlungen verschwinde,
dann das Eisen gegen anderes, vorher nicht verändertes
positiv zeige[2]. Hiernach muss also, ausser dem wieder
schwindenden Ueberzuge, noch eine Veränderung im Eisen
erzeugt werden. Eine Erklärung nicht sämmtlicher, wohl
einzelner, Passivitätserscheinungen hat BERZELIUS gegeben

1 Poggendorff Ann. Bd. LXII. S. 234.
2 Ebend. Bd. LXIII. S. 415.

er durch SCHÖNBEIN[1] aus triftigen Gründen als unstatthaft gestellt wird. Hiernach soll der Eisendraht durch seine rbindung mit dem positiven Pole der Säule negativ werden. gesehen davon, dass dieses an sich nicht wohl zulässig ist, sste sich derselbe auch passiv zeigen, wenn er zuerst in petersäure getaucht und dann der andere Poldraht in diese enkt wird, oder er müsste auf jeden Fall hierdurch passiv den; allein er ist nur dann passiv, wenn die Elektrode des ativen Poles zuerst die Säure berührt. Nach BERZELIUS t ferner der Sauerstoff am Eisendrahte, wenn dieser als po- e Elektrode in Kalilösung getaucht ist, deswegen frei auf, l diese als elektropositiver Körper den Eisendraht elektro- ativ macht; allein dieses Verhalten ist kein anderes als das- ge, welches auch die Salpetersäure zeigt, und beide so hst entgegengesetzte Flüssigkeiten können doch unmöglich ches elektrisches Verhalten haben. Nach dieser Hypothese ste endlich ein am einen Ende passiv gemachter Eisendraht Säule mit zwei Polen bilden, womit aber nicht überein- mt, dass, je nachdem das eine oder das andere Ende zuerst ie Salpetersäure getaucht wird, beide entweder activ oder v werden und in beiden Fällen kein polarer Gegensatz findet.

SCHÖNBEIN hat mit unverdrossenem Fleisse die Aufgabe fort- end weiter verfolgt und dadurch über dieses ebenso wich- als räthselhafte Verhalten viele werthvolle Aufschlüsse er- en, von denen wir die wichtigsten erwähnen wollen. Die Versuchsreihe[2] diente zur Beantwortung der Frage, wie ein am einen Ende durch Erhitzen passiv gemachter Ei- aht verhalten möge, wenn man seine beiden Enden in leitend verbundene Gefässe mit Salpetersäure von 1,3 spec. einsenkt, da bekanntlich nach seinen früheren Versuchen olcher am einen Ende passiv gemachter Eisendraht auch ndern Ende sich passiv zeigt, wenn man ihn in das näm- Gefäss mit dieser Säure senkt, in welches zuerst das be- passiv gemachte Ende getaucht ist. Wurden die beiden e mit der Säure durch genässte Asbeststreifen oder durch

oggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 331.
ericht über die Verhandl. der naturf. Ges. zu Basel. 1843. S. 67.
rff Ann. Bd. XL. S. 193.

Digitized by Google

heberförmig gebogene gefüllte Glasröhren von 4 Z. bis 2
Länge oder durch einen Platindraht verbunden, so wurde
zweite eingetauchte Ende nie passiv. Ganz andere Erfo
zeigten sich aber, wenn die Schliessung mit anderen Meta
Fig. 36. geschah. Es seyen die beiden Gefässe A und B mit Salpe
säure von 1,3 spec. Gew. gefüllt und durch einen Messi
oder Kupfer-Draht oder von irgend einem angreifbaren Me
CPD verbunden, wobei der mittlere Theil P auch Platin
Gold seyn kann; es werde in A das passive Ende des Ei
drahts E zuerst eingetaucht, und dann F, so wird letzteres
derzeit passiv. Ist CPD ein Eisendraht, das Ende C acti
passiv, und taucht man das passive Ende E des Eisend
in A, das active F in B, so wird auch dieses passiv; sind
beide, E und F, activ und taucht man E zuerst in A, dann
B, so wird F gleichfalls passiv, und so jeder folgende D
den man auf gleiche Weise eintaucht. Ist das Ende C
verbindenden Eisendrahtes activ, D durch Eintauchen in
chende Salpetersäure passiv, senkt man in B das active
F und dann in A das active Ende E, so werden im Au
blick alle vier Enden, also auch D, activ. Sind die Ge
durch mehrere Drähte CPD verbunden, deren sämmtliche
den D vorher auf gleiche Weise passiv gemacht waren
werden sie alle durch das Eintauchen von F und dann E

Als Ursache des nicht eintretenden Zustandes der Pa
tät, wenn beide Gefässe durch Asbest, Röhren oder Platin
verbunden sind, betrachtet Schönbein den Mangel der e
schen Leitung. Wird das passive Ende eines Drahtes
Gefäss mit Salpetersäure getaucht, und dann das active
desselben in dieses nämliche, so geht der elektrische
Fig. 37. nach dem Schema der Zeichnung von p nach n und
nach p zurück, was nicht stattfindet, wenn die Leitung
kommen ist, und dieses wird sie namentlich auch durch
bei welchem der Uebergang der Elektricität schwer ist
gen diese Ansicht dürfte sich indess der Zweifel aufdr
dass gerade das Ende n einen entgegengesetzt elekt
Zustand des zweiten Pols annehmen müsste, wenn die
vität auf einem gewissen elektrischen Verhalten, einer
erregenden Polarität beruhte. Die übrigen Erscheinung
sen sich dann aus der erleichterten Strömung ableiten, d
schen der Flüssigkeit und den von ihnen angegriffenen M

Digitized by Google

stattfindet, mit Rücksicht auf die gleichzeitig erzeugten Gegenströme. Allerdings zeigen sich bei dieser Erklärung noch einige Schwierigkeiten, allein es dürfte wohl noch zu früh seyn, auf diese Einzelnheiten einzugehen, bevor nicht die Hauptsache genügend begründet ist.

Das Verhalten des Eisens gegen eine gesättigte Lösung von Kupfervitriol bildet den Gegenstand neuer Untersuchungen von SCHÖNBEIN[1]. Wird ein mit dem positiven Pole einer Volta'schen Säule verbundener Eisendraht in diese Lösung gesenkt, nachdem schon die Elektrode des negativen Poles in dieselbe getaucht ist, so wird ersterer passiv; es schlägt sich kein Kupfer an ihm nieder und entwickelt sich Sauerstoffgas. Ebenso ället ein Eisendraht, den man durch einmaliges Eintauchen in ncentrirte oder durch mehrmaliges in gewöhnliche Salpeteräure passiv gemacht hat, kein Kupfer aus dieser Lösung. Ist er Draht dagegen durch Erhitzen, durch Vergolden oder Vertiniren gegen Salpetersäure passiv gemacht, so verhält er ich *activ* gegen Kupfervitriolsolution. Dieses Ausbleiben der ssivität leitete SCHÖNBEIN von der schlechteren elektrischen *eitungsfähigkeit* der Vitriollösung ab, die das Entstehen eines nlänglich starken elektrischen Stromes hindere; inzwischen wahrte er noch folgende Erscheinungen. Lässt man einen it dem positiven Pole einer etwas kräftigen Säule verbunden Eisendraht in einer gesättigten Solution Bleizucker, in elche auch die negative Elektrode gesenkt ist, 8 bis 10 Minun eingetaucht, so hat man hierdurch einen Versuchsdraht, ssen eingetauchtes, also passives Ende a, das andere active er b heissen möge. Ein solcher Draht verhält sich passiv gen verdünnte Salpetersäure jeder Art, übertrifft also an Stärke r Passivität jede auf anderweitige Weise, ausser die durch rbindung mit dem positiven Pole erzeugte. Merkwürdig ist bei, dass, wenn das Ende a des Versuchsdrahtes zuerst und nn b in verdünnte Salpetersäure getaucht wird, das Bleihyperyd nach und nach verschwindet, und die Passivität aufhört, nn die letzte Spur desselben verschwunden ist. Taucht man s Ende a des Versuchsdrahtes zuerst in Kupfervitriollösung, d dann das Ende b, so wird letzteres passiv, und es schlägt h weder an diesem, noch am ganzen Drahte Kupfer nieder,

1 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 41.

doch dauert dieser passive Zustand nur so lange, als sich bei Enden in der Lösung befinden. Ein mit diesem Versuchsdra verbundener Draht wird gleichfalls passiv, bleibt dieses a nur so lange, als die Verbindung dauert. SCHÖNBEIN setzte Recht voraus, dass hierbei ein, wie oben beschriebener, St von b nach a stattfinden müsse, und Versuche mit feinen G vanometern überzeugten ihn auch von der Existenz dessel nur schien ihm dieses räthselhaft, weil ein solcher ohne ch sche Action, die hier gänzlich fehlt, nicht stattfinden kö doch dürften alle Erscheinungen sich leichter erklären las wenn er diesen noch keineswegs bewiesenen, durch die hydroelektrischen gleichen thermoelektrischen und magneto trischen Ströme, durch die Induction und den Volta'schen F damentalversuch genügend widerlegten Satz aufgeben w Wurde der Versuchsdraht mit seinen beiden Enden in zwei fässe eingetaucht, so zeigten sich im Ganzen die so eben her beschriebenen Erscheinungen. Nimmt man in den eben schriebenen Versuchen statt der Bleizuckersolution eine Auflö von salpetersaurem Silber, so wird das Eisen darin auf gl Weise passiv[1].

Die letzten Untersuchungen SCHÖNBEIN'S[2] vervollstä die fast unübersehbare Menge von Thatsachen, deren Ueber stimmung im Ganzen ihn aber zugleich zu einem Versuch Erklärung vermag. Die vorletzte Versuchsreihe wurde auf gende Weise angestellt. Beide Elektroden einer kräftig kenden zusammengesetzten Säule wurden in Quecksilber chen geleitet; aus demjenigen der letzteren, welches de sitiven Pole angehörte, ging ein Eisendraht in ein Gefä ein Zwölftel Schwefelsäure enthaltendem Wasser, aus der deren, dem negativen Pole angehörenden, ein Platindrah eben dieses Wasser. Unter diesen Umständen wird der Ei draht bekanntlich passiv, er gleicht dem Platin, und am n tiven Drahte zeigt sich eine unmerkliche oder gar keine W serstoffgasentbindung. Dieser Zustand der Unthätigkeit aufgehoben und eine grössere oder geringere Wasserstoff entbindung hervorgerufen werden: 1) wenn man die Platin trode einen Augenblick in Berührung setzt mit der posi

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 103.
2 Ebend. Bd. LVII. S. 63. Bd. LIX. S. 421.

iseneelektrode und dann beide wieder entfernt; doch dauert ie dann eintretende Wasserzersetzung nicht lange und der 'assivitätszustand tritt wieder ein. 2) Wenn man die geschlosne Kette an irgend einer Stelle auf einige Augenblicke öffnt, so tritt beim Wiederschliessen Wasserzersetzung ein, die ier gleichfalls bald wieder aufhört. 3) Wenn man die Eisenktrode in der Flüssigkeit mit einem oxydirbaren Metalle, als ink, Zinn, Eisen, Kupfer oder selbst Silber, berührt; auch dies dauert nur wenige Secunden. 4) Wenn man beide Queckbernäpfchen durch einen etwa 3 Z. langen und 0,5 Lin. ken Kupferdraht verbindet und diesen nach einigen Secunden eder entfernt; auch dieses dauert nur kurze Zeit. 5) Wenn n den Eisendraht, ohne ihn aus der Flüssigkeit zu bringen, haft bewegt.

Hierzu kommen noch folgende beachtenswerthe Erscheinun-n. Wird die Eisenelektrode vorher in einer Säure oxydirt r vor dem Schliessen der Säule in die Zersetzungszelle gecht, so findet beim Schliessen Wasserstoffgasentwicklung tt, die jedoch bald aufhört. Wird der erwähnte Kupferdraht 6 Zoll verlängert, so zeigt sich geringe Wasserstoffgasentlung an der negativen Elektrode und nimmt zu mit der ängerung des Drahtes bis zu 16 Fuss, bei noch grösserer ängerung dauert es einige Zeit, bis nach hergestellter Verdung der Quecksilbernäpfchen durch den Kupferdraht Wasstoffgas an der negativen Elektrode sich entwickelt, die nach gen Secunden wieder aufhört, nachher wieder beginnt und diesem Wechsel einige Zeit beharrt; ist endlich der Kudraht etliche hundert Fuss lang, so zeigt er gar keinen fluss. Uebrigens lässt sich bei diesen für die Theorie wichn Erscheinungen schon im voraus vermuthen, was auch die ährung vollkommen bestätigt, dass die Länge und Dicke der pferdrähte mit Rücksicht auf die Wirkungskraft der geachten Säulen sich wechselseitig bedingen und dass die Ereinungen bei Drähten von anderen Metallen verschieden l, weil es auf das Mass des Widerstandes ankommt, welchen dem elektrischen Strome entgegensetzen. Enthält die Zerungszelle Salzsäure, Brom-Iod-Fluor-Wasserstoffsäure, oder Lösung von Kochsalz, Bromkalium, Iodkalium oder irgend Haloidsalz, so finden die Erscheinungen nicht statt, die sich ser der verdünnten Schwefelsäure noch in verdünnter Sal-

Digitized by Google

petersäure und Phosphorsäure zeigen; auch treten sie nur b
Anwendung des Eisens als positiver Elektrode auf, in sehr g
ringem Grade auch beim Kupfer.

Endlich reihen sich hieran noch folgende Erscheinungen. U
wickelt man einen gewöhnlichen Eisendraht mit dünnem Pla
draht und senkt ihn als positive Elektrode in verdünnte Sch
felsäure, in welche zugleich die negative Platinelektrode get
ist, so entwickelt sich am umgewundenen Platindrahte gar k
Wasserstoffgas und an der negativen Elektrode nur we
wird aber dann die Kette geöffnet, doch so, dass der um
dene Eisendraht in der Flüssigkeit bleibt, und wartet ma
lange, bis sich Wasserstoffgas am Platindraht entwickelt,
wird beim Wiederschliessen der Kette auch am negativen P
drahte Wasserstoffgas frei, was jedoch nach einiger Zeit w
der aufhört. Ueberzieht man einen gewöhnlichen Eisend
mit Bleihyperoxyd dadurch, dass man ihn 30 Secunden
als positive Elektrode in eine concentrirte Lösung von B
zucker taucht und dann mit Wasser abspült, und senkt
ihn dann als positive Elektrode einer einfachen Säule i
dünnte Schwefelsäure, so dass ein Theil des nicht mit H
oxyd überzogenen Drahtes von der Flüssigkeit umgeben
so entwickelt sich kein Wasserstoffgas an der negativen P
tinelektrode, selbst dann nicht, wenn man auf die so eben
gegebene Weise die Kette öffnet und dann wieder schl
Indess beginnt die Wasserelektrolyse sogleich, wenn ma
präparirten Draht mit einem sehr oxydirbaren Metalle b
ausser mit Eisen, welches dann sehr bald gleichfalls pass
Die eigenthümliche Wirksamkeit des so präparirten Drahtes
indess nur so lange, bis in kurzer Zeit das Hyperoxyd a
löst ist, worauf dann der Draht sich wie ein gewöhnl
verhält. Ist der präparirte Eisendraht als positive Elek
mit dem einen Ende in ein Quecksilbernäpfchen, mit dem
dern in die Säure eingetaucht, und senkt man eine bel
Menge gewöhnlicher Eisendrähte bei fortdauernd geschlo
Kette zuerst in das Quecksilber, dann in die Säure, so we
alle gleichfalls negativ, wie der Versuchsdraht. Nimmt
statt der Eisendrähte andere Drähte von Kupfer, Zinn, C
mium u. s. w., so zeigt sich lebhafte Gasentwicklung an
negativen Elektrode. Auffallend hierbei ist, dass das Blei
peroxyd, eben wie das Silberhyperoxyd, noch mehr als das P

tin elektronegativ sind und demnach mit Eisen verbunden dieses so stark negativ elektrisch machen.

Es war vorauszusehn, dass Schönbein auch eine Hypothese zur Erklärung dieser Erscheinungen versuchen würde, und keine andere Hypothese dürfte in gleichem Grade die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit für sich haben, als die seinige, da niemand eine so vollständige Uebersicht der ganzen Summe der sämmtlichen Thatsachen haben kann, als er selbst durch die mühsame Aufsuchung derselben sich erworben hat. Wir wollen seine Theorie kurz zusammenstellen, der man deutlich die Furcht ansieht, der chemischen Theorie der Säule zu nahe zu treten. Zuerst führt er die Thatsache an, dass das Eisen als positive Elektrode seine Affinität zum Sauerstoff verliert und zum negativ elektrischen Metalle wird. Dass irgend eine elektrische Thätigkeit diesen Zustand des Eisens hervorrufe, unterliegt keinem Zweifel, denn er hört auf, sobald das Eisen nicht mehr die positive Elektrode bildet. Man könnte geneigt seyn, diese Wirkung von einem eigentlichen elektrischen Strome abzuleiten, der sich auch stets wieder einstellt, wenn die Kette geöffnet gewesen und das Eisen wieder in seinen natürlichen Zustand übergegangen ist; die hierbei stattfindenden Wechsel zeigen also den Conflict der elektrischen Strömung und der sie aufhebenden wieder beginnenden Passivität, ein Conflict, welcher besonders deutlich hervortritt, wenn der Strom durch weniger oder mehr Widerstand leistende Kupferdrähte partiell abgeleitet wird. Unverkennbar macht der stärkere elektrische Strom das Eisen in einem solchen Grade passiv, dass die Elektrolyse fast ganz verschwindet; der durch Ableitung schwächere lässt sie in geringerem Grade zu. Hierbei ist der durch die Eisenelektrode gehende Strom offenbar stärker, weil das Eisen weniger passiv ist, und durch gehörige Ableitung eines Theils des Stromes lässt sich ein gewisser mittlerer Zustand erreichen, in welchem die Elektrolyse unausgesetzt fortdauert. Hierbei die Passivität des Eisens als unmittelbare Folge des elektrischen Stromes zu betrachten findet darin ein Hinderniss, dass unmöglich eine stärkere Passivität mit einem geringeren Strome ursächlich zusammenhängen könnte. Die zu den Versuchen verwandte Säule war übrigens so stark, dass sie einen mehrere Zoll langen, 0,5 Lin. dicken Platindraht glühend machte und einem Elektromagnet über 300 ℔ Tragkraft gab. Wurde nun

Digitized by Google

der Strom einer solchen Säule durch irgend eine Ursache gehindert, so waren doch die Elektroden stets im Zustande einer bedeutenden Spannung, und die Passivität des Eisens scheint sonach die Folge nicht sowohl eines wirklichen Stromes, als vielmehr dieser Spannung zu seyn, die partiell durch Ableitung eines Theils des Stromes aufgehoben wird. Die noch eine Zeit lang fortdauernde Elektrolyse des gesäuerten Wassers nach Wegnahme des ableitenden Kupferdrahtes lässt sich als Folge einer Trägheit betrachten, sofern die Strömung noch einige Zeit fortdauert, bis die wachsende Passivität der Eisenelektrode sie aufhebt. Setzt man also in den gegebenen Erklärungen statt Strom vielmehr Spannung[1], so sind sie der aufgestellten Hypothese gemäss. Allerdings kann ein kräftiger Strom stattfinden, ohne dass die Passivität des Eisens ihn aufhebt, z. B. wenn er durch eine kräftige zusammengesetzte Säule erregt und durch gesäuertes Wasser geleitet wird, denn in diesem Falle ist zwar der Widerstand sehr gross, wird aber dennoch durch die Kraft der Säule überwunden. Endlich beharrt das passiv gemachte Eisen in diesem seinem Zustande und wird von der Salpetersäure nicht angegriffen, die sonst sehr stark auf dasselbe wirkt, woraus hervorgeht, dass es zur Erhaltung dieses Zustandes nicht ausschliesslich eines dauernden elektrischen Stromes bedarf.

Wenn man berücksichtigt, dass das, was hier zur Erklärung der Phänomene durch Spannung bezeichnet wird, nichts anderes ist, als der negativ-elektrische Zustand des Eisens, sofern es dadurch indifferent gegen den Sauerstoff und den negativen Metallen ähnlich wird, so ist die ganze Summe der Thatsachen zwar im hohen Grade wichtig und interessant, sie schliesst sich aber andern bekannten Thatsachen an, und ihre Erklärung dürfte dadurch mindestens erleichtert werden, wenn wir auch das eigentliche Wesen der Elektricität genau zu erkennen noch nicht vermögen. Das Eisen wird negativ elektrisch, eben wie das Kupfer, durch Verbindung mit Zink; vom Letzteren hat Davy eine fruchtbare Anwendung zur Sicherung der Schiffsbeschläge, von Ersterem v. Althaus[2] zur S-

1 Vergl. Martens in Bullet. de la Soc. de Brux. T. X. P. II. p. ...

2 Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 213. Das Mittel hat sich seit 1839 bis jetzt fortdauernd bewährt gezeigt.

cherung eiserner Salzsiedepfannen gemacht. Bis so weit folgt die Sache aus dem Volta'schen Fundamentalversuche von selbst, es wäre aber kaum mit den Vorstellungen vom elektrischen Verhalten der Körper in Einklang zu bringen, wenn man, obendrein ohne vorher die Erfahrung zu befragen, annehmen wollte, dass bloss der Contact mit festen Körpern Metalle negativelektrisch oder passiv machen könnte und nicht auch der Contact mit Flüssigkeiten. In den mitgetheilten Erscheinungen zeigt sich nun deutlich, dass das Eisen negativ-elektrisch wird durch den Contact mit Sauerstoffsäuren und Sauerstoffsalzen, nicht aber mit sonstigen Chlor-, Iod- und Brom-Verbindungen, dass ferner dieser negative Zustand erzeugt oder wohl mehr nur verstärkt wird durch Verbindung mit dem positiven Pole der Säule, was allerdings eine merkwürdige und höchst auffallende Erscheinung ist, obgleich die so erzeugte Negatiität für Haloidverbindungen nicht genügt. Auf diese Weise wird alles klar und leicht begreiflich, unauflösliche Schwierigkeiten dagegen entstehen nur dann, wenn man die sogeannte chemische Theorie der Elektricität bis zu der Ausdehung retten will, dass ohne Chemismus einmal keine Elektriität entstehen und ohne chemische Zerlegung kein Strom ereugt werden soll, was jedoch durch andere Erscheinungen, amentlich die thermomagnetischen, zur Genüge widerlegt wird. asjenige Verhalten, welches SCHÖNBEIN aus einer Trägheit iner Beharrung) des elektrischen Stromes herleitet, verdient ine specielle Beachtung, weil es auf ein eigentliches Ströen des elektrischen Fluidums deutet und dadurch zu einer phäre gehört, worüber noch fast absolute Dunkelheit herrscht.

Die hier mitgetheilten Erscheinungen der Passivität des isens verdienen die ihnen zu Theil gewordene Ausführlichkeit r Darstellung; es lassen sich ihnen jetzt einige verwandte rscheinungen kurz hinzufügen. Dahin gehört wohl vor allen ingen die Bemerkung von SCHÖNBEIN[1], dass Nickel und Kolt keineswegs sich in der fraglichen Beziehung wie Eisen rhalten und daher die Passivität des letzteren Metalls keine lge seines magnetischen Verhaltens seyn kann. Eine Legiong von gewöhnlichem Drahteisen, mit 1 Proc. Platin zusamngeschmolzen, zeigte sich gegen gewöhnliche Salpetersäure

[1] Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 18.

selbst in höherer Temperatur vollkommen indifferent. We
aber HARTLEY gefunden haben will, dass Eisen mit Messi
voltaisch combinirt gegen Seewasser indifferent werden soll,
stimmt dieses nicht mit den Resultaten überein, welche SCH
BEIN erhielt, als er die Versuche mit Seewasser und gewö
lichem Salzwasser wiederholte. Mir ist nicht bekannt,
HARTLEY die Täuschung zugestanden oder sich gegen
Vorwurf derselben gerechtfertigt habe; es darf indess
übersehen werden, dass es je nach dem veränderlichen A
theile von Zink verschiedene Sorten Messing giebt, und
Gelehrte könnten daher mit ungleichen Metallen experime
haben, doch stimmt SCHÖNBEIN's verneinendes Resultat mit
derweitigen unbestreitbaren Thatsachen überein.

Vorzüglich hat ANDREWS[1] die Passivität einiger Me
zum Gegenstande eigener Untersuchungen gemacht. Er bra
ein Stück Wismuth in eine grosse Menge Salpetersäure
1,4 spec. Gewichte und berührte es darin mit einer gr
Platinplatte, worauf die Auflösung fast ganz aufhörte und
Wismuth einen eigenthümlichen Glanz annahm. Nach Ent
nung des Platins begann die Lösung des Wismuths
in einigen Fällen aber ward es mit einer dunklen Haut
zogen, und löste sich kaum merklich, ja sogar um so
mer, je häufiger die Säure erneuert wurde. Bei wieder
Berührung mit Platin erhöhte sich sein Glanz, es über
sich dann mit einer dunkeln Haut, die sich aber wieder
fernte und das blanke Metall zurückliess. Aehnlich erhie
das Kupfer. SCHÖNBEIN[2] wiederholte den Versuch mit
muth und fand, dass dieses Metall innerhalb der Salpet
mit Platin berührt allmälig nicht mehr aufgelöst wird und
sen Zustand der Passivität nach Entfernung des Platins
behält. Wird dieses Metall in salpetrige Säure getaucht,
che dasselbe nicht angreift, und dann in Salpetersäure
1,4 spec. Gewichte, so verhält es sich, als wenn es mit
tin berührt wäre. Dennoch aber wird dieses Metall nicht,
Eisen, vollkommen passiv, sondern nur in einem ge
Grade, wobei eine schwache Auflösung fortdauert, wie

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 75. T. XII. p. 305. Pogg
Ann. Bd. XLV. S. 121.

2 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 1.

daraus ergiebt, dass es mit dem Galvanometerdrahte verbunden einen fortdauernden elektrischen Strom zeigt, mit passivem Eisen in Berührung gebracht dieses activ macht, und die Menge des aufgelösten Metalls sich stets mehrt. SCHÖNBEIN will hiernach die Passivität des Wismuth aus einer anderen Ursache, als die des Eisens, ableiten, wozu jedoch kein genügender Grund vorhanden seyn dürfte. Das Entstehen und Verschwinden des schwarzen Ueberzuges nahm er übrigens gleichfalls wahr, und ausserdem sah er Blasen an dem berührenden Platin auftreten, was nicht wohl Wasserstoffgas seyn kann, indem dieses einen Theil der Salpetersäure in salpetrige verwandeln müsste. Die Quanlität des Gases war zu gering, um seine Beschaffenheit zu ermitteln. ANDREWS hat seine Untersuchungen fortgesetzt und findet das Verhalten des Wismuth dem des Eisens gleich, nur hält er dessen Passivität für geringer. Er machte eine kleine Wismuthstange zur positiven Elektrode einer kleinen Säule aus zwei Plattenpaaren Platin und amalgamirten Zinks und tauchte sie in Salpetersäure von 1,4 spec. Gewichte, die sich in einem Platinschälchen befand, mit welcher die negative Elektrode verbunden wurde. Die Elektrolyse hörte auf, so lange die Kette geschlossen war, trat aber nach Oeffnung derselben wieder ein, doch konnte die Passivität des Wismuth einer stärkeren Säule von 20 Plattenpaaren nicht widerstehen. Weil FARADAY[1] gefunden hatte, dass Eisen als positive Elektrode einer stärkeren Säule aufgelöst wird, so wiederholte er dessen Versuche und fand die Thatsache unter gewissen Bedingungen bestätigt, doch dürfen in dieser Beziehung wohl SCHÖNBEIN's Resultate als die entscheidenderen gelten. In Salpetersäure von 1,5 spec. Gewichte löst sich ein kleines Stück Wismuth nur sehr langsam auf, in solcher von 1,4 spec. Gewichte erfolgte nach einigen Stunden eine starke Auflösung, hört dann aber bald auf und es folgt eine sehr langsame. Zinn wird in Salpetersäure von 1,5 spec. Gewichte passiv, in solcher von 1,47 spec. Gewichte gleichfalls, wenn sich die Säure in einem Platingefäss befindet und das Zinn mit diesem in Berührung steht, oder wenn es die positive Elektrode einer Säule bildet. Kupfer wird in Säure von 1,5 spec. Gewichte passiv, in solcher von 1,47 spec. Gewichte erfolgt erst Auflö-

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. IX. p. 62.

Digitized by Google

sung, dann aber tritt Passivität ein, welche durch Berührung mit Platin gleich erfolgt. Zink kann nur als positive Elektrode oder durch Verbindung mit Platin passiv gemacht werden. Andrews sagt allgemein: „Der Contact eines elektronegativen Metalls erhöht die gewöhnliche Wirkung einer Sauerstoffsäure auf ein elektropositives Metall, wenn diese Säure so verdünnt ist, dass das letztere Metall durch Wasserzersetzung oxydirt wird, dagegen verzögert oder vernichtet er diese Wirkung, wenn die Säure so concentrirt ist, dass jenes Metall vermöge der Zersetzung der Säure selbst oxydirt werden müsste." Bis jetzt erstrecken sich die Versuche indess bloss auf Salpetersäure.

Paternosterwerk. S. **Hydraulik.** V. 520. **Pumpe.** VII. 97

Pauke. Paukenhöhle. S. **Gehör.** IV. 1202. Paukenfell, Trommelfell. 1201. dessen Bestimmung. 1208.

Pausen, elektrische. IV. 540.

Pectinsäure. IX. 1713.

Pedometer oder Schrittzähler. VII. 303.

Pendel. VII. 304. einfaches oder mathematisches. 306. halber einfacher Schwung, Oscillation. 307. des Cykloidalpendels. 30 sammengesetztes oder physisches. 310. Reversionspendel. 31 gemeine Relation der durch Pendel gegebenen Bestimmungen. Zählung der Schwingungen. 320. die Coincidenzen. 321. Re des physischen auf das einfache. 326. Correction auf kleine B 327. der Temperatur. 333. Centrum Oscillationis. 336. Einfluss Messerschneide. 339. Widerstand der Mittel. 345. X. 1752. Reduction auf die Meeresfläche. 353. praktische Anwendung Pendels; einfaches Secundenpendel. 355. VIII. 614. IX. 46. X. dadurch bestimmte Abplattung der Erde. III. 879. VII. 371. T der gemessenen Pendellängen. 375. genauste Pendellängen. unveränderliches Pendel. III. 883. nach Kater. 904. Uhrp VII. 382. mit hölzerner Stange. 384. Quecksilberpendel. 388. förmiges. 390. Compensation durch Zink. 391. Pendelstangen Glas. 392. Compensation durch Blei. 393. durch Zink. 394. gulirung des Pendels. 395. konisches Pendel. 396. Secunde ler und Pendel der Sackuhren. 398. Taktmesser, Metronom. technische Pendel; Regulatoren. 404. allgemeine Theorie Schwingungen. IX. 1277. Rotation des physischen. IX. 1155. kloidales. 1211.

Zus. Eine ausführliche Abhandlung über die gemessenen Pendellängen, über die Formeln, mittelst deren man hieraus die Abplattung findet, eine Tabelle der gemessenen Pendellängen, die Ursachen der Abweichungen der beobachteten und be-

rechneten Grössen u. s. w. hat H. G. BORENIUS verfasst[1]. Er will einen Einfluss der östlichen und westlichen Länge von Paris auf die Länge des einfachen Secundenpendels gefunden haben, welcher für die auf den Aequator reducirten Pendellängen durch folgende Formel ausgedrückt werden kann[2]:

$$L = 991{,}086775 + 0{,}036093 \sin. (l - 23^0 34') + 0{,}152745 \sin. (2l + 56^0 7') + 0{,}080731 \sin. (3l + 16^0 6'),$$

worin L die Pendellänge in Millimetern, l die Länge östlich von Faris bezeichnet, oder, wenn man nur zwei Glieder gebraucht,

$$L = 991{,}0951 + 0{,}054444 \sin. (l - 60^0 15') + 0{,}125345 \sin. (2l + 50^0 43').$$

Der englische Uhrmacher DENT verwirft die gläsernen Gefässe der Quecksilberpendel, weil sie zerbrechlich sind, weswegen sie sich nicht mit Quecksilber gefüllt versenden lassen. Ausserdem muss das Quecksilber ausgekocht werden, um die Luft daraus zu entfernen, was bei gläsernen Gefässen sich nicht wohl bewerkstelligen lässt. Statt ihrer wählt er daher gusseiserne, deren innerer Raum sich ausserdem leicht als vollkommener Cylinder darstellen lässt, was bei gläsernen nicht wohl erreichbar ist. In diesen wird das Quecksilber ausgekocht und dann verschlossen versandt, die Ausdehnung des Gusseisens lässt sich genau berechnen, auch senkt er die Stange durch den verschliessenden Deckel bis in das Quecksilber hinab, damit beide genau die nämliche Temperatur annehmen[3]. Vor allen Dingen muss das Quecksilber gegen Feuchtigkeit geschützt werden, damit das Eisen wegen des galvanischen Einflusses nicht roste.

Pendel. Secundenpendel als Masseinheit vorgeschlagen. VI. 1256. englische Normallänge. 1294. ballistisches. I. 714. X. 1785. 1793. hydraulisches. S. **Pumpe.** VII. 974. hydrometrisches. S. **Strom.** III. 1181. horizontales zum Messen der Elektricität. III. 699. lothrechtes zu gleichem Zwecke. 711.

---

1 Bullet. de la Classe Physico-math. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. P. T. I. N. 1.

2 L'Instit. 9me Ann. 1841. N. 416. p. 420.

3 Miscellen über Uhren. Aus C. L. v. LITTROW's Kalender für alle ... Wien. 1845. S. 18.

Digitized by Google

Pendelschwingungen über dem Elektrophor. III. 771. der Schwefelkiespendel. V. 1016.
Pendelstangen von Holz. VII. 384. rostförmige. 390. gläserne. 392.
Pendeluhren. S. **Pendel.** VII. 382. **Uhr.** IX. 1119. 1133.
Peperino. Felsart. III. 1102. IX. 2264. 2269.
Percussionsmaschine. Stossmaschine. VIII. 1088.
Percussionspulver. V. 841. X. 265.
Perigeum bei der Sonne. VIII. 875. beim Monde. VI. 2346.
Perihelium. S. **Sonnennähe.** VIII. 872.
Periode. Kallippische. II. 254. V. 822. Julianische. II. 256. VII. 4… Halley'sche. IV. 263. Hundsternperiode. VII. 407. Phönixperiode. 4…
Perlmutter. Farbenspiel derselben. IV. 103.
Perlstein. Felsart. III. 1095.
Perpetum mobile[1]. VII. 408. Bestimmung des Begriffs. 409. d… physische oder natürliche und das mechanische oder künstliche. 41… Bemühungen, es herzustellen. 421. das anemoskopische. I. 2… barometrische. 773. ZAMBONI's. VI. 1021. BECHER's. IX. 827.
Perspective. Scenographie, perspectivische Zeichenkunst. VII. 4… Linearperspective, Luftperspective. 424. perspectivische Projec… 425. Horizont des Auges. 426. perspectivischer Winkelmesser. 4… orthographische Projection oder Vogelperspective. 431. isome… oder isoperimetrische Perspective. 433. Schattenzeichnung oder S… graphie. 435. Abspiegelungen. 437. Geschichte. 438.
Perturbationen. Störungen der Bewegungen der Himmelsk… VII. 440. Bearbeitung des Problems der drei Körper. 441. St… gen durch Jupiter und Saturn. 443. des Mondes. 452. V… seiner Bahn. 457. Zurückgehen der Mondsknoten. 458. Stör… der Jupitersmonde. 459. der Kometen. 460.
Pesometer. S. **Panydrometer.**
Petarde. Knallbombe der Glasbläser und Barometermacher; … Leuchten. X. 2137. 2143.
Petrefacten. S. **Versteinerungen.** IX. 1785.
Petroleumdampf. latente Wärme desselben. II. 291. E… 368. **Petroleumquellen.** **S. Quelle.** VIII. 1110.
Peutinger's Tafel. IV. 1233.
Pfahl. Widerstand der eingerammten Pfähle. VIII. 1097.
Pfeffermünzcampfer. IX. 1706.
Pfeifen der Orgeln. VIII. 352. das Pfeifen mit dem Munde. 3…
Pferdekraft bei Dampfmaschinen. II. 476. im Allgemeinen. V…
Pflanzen. Einfluss der Elektricität auf dieselben. III. 284. W… entbindung durch dieselben. X. 344.
Pflanzenschleim. IX. 1713.

---

1 Eine ausführliche Untersuchung über das Perpetuum mobile … der Erzählung vieler misslungener Versuche, dasselbe darzustellen, … man in Bibl. Brit. T. XII. p. 249. 251. 369.

fund. französisches. VI. 1288. englisches. 1300. Wiener. 1317. österreichisches (böhmisches, schlesisches, tyroler, ungarisches). 1320. preussisches. 1327. schwedisches. 1335. dänisches. 1341. russisches. 1348. niederländisches. 1359. würtembergisches. 1361. baiersches. 1366. hessisches. 1371. badisches. 1375. portugiesisches. 1388. spanisches. 1389. nordamericanisches. 1391.

änomenologie Kant's. VI. 1411.

antaskop, Phantasmaskop, Phänakistiskop. VIII. 771.

antasmagorie. VII. 464. S. **Zauberlaterne.**

asen. der Erleuchtung. VII. 466. Mondphasen. 466. der unteren Planeten. 469. des Mars. 470. sind nicht beim Jupiter. 470. Phasen der Anwandlungen. 471.

legma. ein Element. III. 785.

logiston. Brennstoff. VII. 471. Grundlage der Elektricität. III. 408. dessen negative Schwere. VIII. 637. Verhältniss zur Wärme. X. 58.

önixperiode. VII. 408.

onokamptik. III. 80.

onolith. Felsart. III. 1095.

ronomie. VII. 472. Kantische. II. 713. VI. 1411. VII. 473.

sgengas. V. 910.

sphor, Lichtträger. Canton's. VI. 239. VII. 473. Bononischer Leuchtstein. VI. 239. VII. 474. Arsenikleuchtstein, Homberg's Phosphor. Balduin's Phosphor. VI. 239. VII. 274. Chlorophan. 474.

sphor. Urinphosphor, Harnphosphor, Kunkel'scher, Brandt'scher. II. 336. VII. 474. dessen Leuchten im Stickgas. VI. 237. leichte Entbrennlichkeit. X. 273. Entzündung in verdünnter Luft. 275. Höhe der Flamme. 321. rothe Phosphorsubstanz. VII. 474. phosphorige Säure. 475. Phosphorsäure, Phosphorfeuerzeug. 476. Turiner Kerzen. 477. X. 274. Zündhölzchen aus demselben bereitet. 273. Phosphorwasserstoffgas. VII. 478. sonstige Verbindungen. 479. specifische Wärme. X. 789. Ausdehnung. 894. Dichtigkeit des Dampfes. 1114. Phosphorkalium. IV. 844. Phosphorsäure; ihre Zusammensetzung. IX. 1964. Phosphorstrontium. VIII. 1221.

phorescenz. S. **Licht.** durch Erwärmen. VI. 236. durch Bestrahlung. 246. durch Elektricität. 253. der Körper aus dem Thier- und Pflanzenreiche. 255. der Fische. 258. lebender Thiere. 261. des Meeres. 264. 1716. krystallisirender Salze. 267. durch Compression der Gase. 268. des Wassers. 271. fester Körper durch Druck und Reibung. 272.

Zus. Nach La Galla[1] kannte Galilei schon früher als Cascariolo die leuchtende Eigenschaft des Bononischen Steins, den Letzerer sie erst vor 1630 entdeckte[2].

---

1. De Phaenomenis in orbe Lunae. Venet. 1612. p. 58.
2. Priestley's Geschichte der Optik. S. 265.

Interessante Versuche über die Phosphorescenz des Bo- nischen Steins durch Bestrahlung mit Sonnen-, elektrischen Phosphorlicht hat Matteucci[1] angestellt, woraus hervorg dass das violette Licht die stärkste, das über das Spect hinausgehende und das indigfarbene schwächere, die übr farbigen Strahlen kaum wahrnehmbare Phosphorescenz er gen. Geht das Licht vorher durch gefärbte Substanzen zeigt sich das nämliche Verhalten. Die Stärke der Phos rescenz wird nicht durch die Transparenz, wenig durch Dicke, sehr dagegen, bis zum Verschwinden, durch Farbe Beschaffenheit der transparenten Körper bedingt, durch w das Licht vorher fällt.

Vorzugsweise hat Edmund Becquerel[2] die Phosphore durch elektrisches Licht zum Gegenstande zahlreicher U suchungen gemacht. Vorläufig überzeugte er sich, das durch Insolation erzeugte Licht mit Schwefelcalcium ter und gepulverter Austerschalen im luftverdünnten nicht schneller abnimmt, als in der Atmosphäre. Ebenso er ein Schälchen mit solchem Pulver unter einer Gyps eine Campane, exantlirte, liess dann einen elektrischen aus 18 Flaschen hinüberstreichen, und erhielt eine eben Phosphorescenz, als wenn sich Luft in der Campane Zwei neben einander stehende gläserne Ballons mit lang sen waren so eingerichtet, dass der eine mittelst eines auf die Pumpe geschraubt und die Luft in ihm verdün bis zu vier Atmosphären verdichtet werden konnte; du der Mitte ging eine Vorrichtung von Draht, vermöge der nämliche Batteriefunke von zwei Kugeln über Phosphoresciren zu bringende Pulver überschlug. E sich aus den Versuchen, dass der Funke in verdünnter die Phosphorescenz weniger, in verdichteter stärker als unter atmosphärischem Drucke. War der Ballon m lensäure gefüllt, so liess sich ein Unterschied wohl w men, aber nicht genau bezeichnen. Um zu versuchen, Phosphorescenz Folge eines elektrischen Stosses sey, den elektrischen Flaschenfunken in einer Entfernung

1 Bibl. univ. de Genève. N. 79. Juli 1842. p. 159.

2 Bibl. univ. N. S. T. XX. p. 344. Compt. rend. T. VIII; Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. S. 540. Bd. XLIX. S. 543.

Digitized by Google

entimetern über das Austerschalenpräparat hinstreichen und hielt sowohl hierdurch, als auch wenn dieses in Abständen n 1, 5, 20, 30 Centim. geschah, Phosphorescenz, die jedoch it der Entfernung schwächer wurde. Wird über ein wenig regbares solches Pulver der elektrische Funke in der Entrnung von etlichen Decimetern hingeleitet, so ist das phosrische Licht anfangs schwach, nimmt aber zu bei der Wierholung der Schläge, und zugleich bemerkte man dabei eine rmehrung des Geruchs nach Schwefelwasserstoffgas, was auf e vermehrte Zersetzung deutet. Der Einfluss der Schirme gab sich aus folgenden Versuchen, wobei das mit frisch geühten Austerschalen gefüllte Schälchen sich stets in 2 Cenmeter Abstand von den Kugeln befand, zwischen denen der nke übersprang, der Beobachter aber im dunkeln Zimmer Augen so lange verschlossen hielt, bis er den Knall des nkens gehört hatte. Der frei über den Phosphor hinstreinde Funke erregte ein starkes Leuchten; als eine 3 Millim. ke Glasplatte dazwischen gebracht war, zeigte sich ein sehr waches Leuchten, noch schwächer bei einer 8 Millim. dicken, leich von sehr durchsichtigem Glase; selbst eine nur 1 Mil. dicke Glasplatte und eine 0,5 Millim. dicke Platte Glasr (dünne Tafel von Gallerte) gab schwache Phosphorescenz. 2 Millim. dicke Tafel rothes (mit Kupferoxydul gefärbtes) benahm dem Funken alle Licht erregende Kraft, violettes gen verhielt sich wie ungefärbtes, blaues wirkte schwäder als violettes, gelbgrünes dagegen wie rothes. BECQUE verfertigte demnächst zusammengesetzte Platten aus zwei stanzen, die an ihren Rändern so zusammengekittet waren, s ihre beiderseitigen Flächen in derselben horizontalen Ebene en; sie wurden so auf die Schälchen gelegt, dass die Linie r Verbindung mitten zwischen den Kugeln des Entladers der Richtung des Funkens rechte Winkel bildete. Bei wendung einer 3,65 Millim. dicken Glasplatte und einer 5,953 lim. dicken Bergkrystallplatte war das Pulver unter der Glaste fast dunkel, unter der Bergkrystallplatte weit stärker leuchd; das Leuchten verschwand bald und theilte sich vorher dunklern Hälfte etwas mit. Die Wiederholung des Vers nach Umdrehung der Platte gab ein gleiches Resultat; Grenze zwischen der dunklen und leuchtenden Hälfte war arf. Bei der Anwendung einer aus 3,55 Millim. dickem

Digitized by Google

Glase und 7,6 Millim. dickem Gypse zusammengesetzten Pl war die Phosphorescenz unter der Gypsplatte, die sich sehr diatherman zeigt, ungleich stärker, als unter der G platte und selbst als unter der Bergkrystallplatte. Uebrig waren beide Platten gleich durchsichtig. Die nämliche G platte mit einer weit weniger durchsichtigen, 41,2 Millim. cken, senkrecht gegen die Axe geschnittenen Platte von B krystall verbunden zeigte bloss unter der letzteren entschi Phosphorescenz. War das Schälchen mit Papier bedeckt, dessen Mitte sich ein kleines Löchelchen befand, so ent unter diesem ein phosphorescirender Punct, von welchem sich das Leuchten allmälig über die ganze Fläche verbr Der Verfolg der weiteren Untersuchungen führte zu dem würdigen Resultate, dass der gebrauchte Phosphor durch derholte Einwirkung des elektrischen Funkens an Empfi keit zunahm, die bereits angestellten Versuche wurden wiederholt, gaben aber mit Rücksicht auf diesen Ein Ganzen die nämlichen Resultate. Eine senkrecht ge Axe geschnittene Rauchtopasplatte von 21,75 Millim. D einer klaren Glasplatte von 3,55 Millim. Dicke auf d gebene Weise verbunden und über das Schälchen mi bereitetem Austerschalenphosphor gelegt, zeigt erst in 1 in 7 Centim. Abstand des überschlagenden Funkens eine liche Erzeugung der Phosphorescenz, während die Glas sie gänzlich hinderte. Letzteres wäre bei grösserer E lichkeit der Substanz nicht der Fall gewesen, es war besser, um den Unterschied stärker wahrzunehmen. Eine gegen die Axe geschnittene klare Rauchtopasplatte Millim. Dicke zeigte schwache, aber doch kenntliche Er phosphorischen Lichtes. Endlich wurde das Schälchen ner 3,5 Millim. dicken Wasserschicht, die zwischen zw ren, senkrecht gegen die Axe geschnittene Platten Berg eingeschlossen war, bedeckt, über diese eine Blend undurchsichtigem Papier mit einem runden Loche geleg es entstand dann unter dem letzteren ein phosphorischer von nicht näher verglichener Stärke.

Eine Reihe von Versuchen über Phosphorescenz dur solation, welche Osann[1] mit Phosphoren angestellt ha

1 Kastner's Archiv. Bd. V. S. 88. Poggendorff Ann. Bd. XXXIII.

man durch Glühen von Austerschalen mit zwischenliegenden Schichten von Realgar oder Schwefelantimon in einem hessischen Tiegel erhält, verdient hier noch erwähnt zu werden. Die mit Realgar bereiteten geben blaues und violettes, die mit Schwefelantimon bereiteten ein grünes Licht. Auf gebrannte lusterschalen mit Schwefelquecksilber geglüht und an der ,uft zerfallener Schwefelantimonphosphor, in einem Tiegel bis um Rothglühen erhitzt, geben Phosphoren, deren ersterer ellgrünes, letzterer weisses Licht ausstrahlt. Eigens des-'egen angestellte Versuche bestätigten, dass die Phosphoren chon während der Insolation phosphorisches Licht ausstrahlen, 'as nur wegen des intensiven Tageslichts nicht wahrgenommen ird, und im Ganzen findet OSANN die Erscheinungen besser it der Undulationstheorie, als mit der Emanationstheorie vernbar.

Der Beachtung werth ist folgendes Verfahren, wodurch AGUERRE[1] den Schwerspath vorzüglich stark phosphorescirend achte. Er reinigte einen dicken Rindsknochen durch Kochen glichst von Mark und Fett, füllte ihn mit im Achatmörser pulvertem Schwerspath und verklebte beide Enden. Den nochen steckte er in ein eisernes, unten verschlossenes Rohr, ngab ihn allseitig mit einer feuerfesten Erde, brachte ihn in en Ofen und liess ihn wenigstens drei Stunden rothglühen, hm ihn nach dem Erkalten vorsichtig heraus, wobei er völ- weiss sein muss, wenn er hinlänglich geglüht ist, brach , da er rissig geworden, aus einander und nahm den schwach lblichen, etwas consistenten Schwerspath heraus. Man kann t Vortheil dieses Ausglühen in frischen Knochen bis dreimal ederholen und erhält dann ein so stark leuchtendes Pulver, ss es das Zimmer erhellt und diese allmälig schwindende uchtkraft 48 Stunden lang behält. Als ein Theil des Pul-s mit einer blauen Glasscheibe bedeckt den Sonnenstrahlen sgesetzt war, leuchtete dieser Theil stärker, als der nicht leckte, und als DAGUERRE einst einen Teller mit diesem lver im Dunkeln wegtrug, begann dasselbe durch die Ermung der Hand so stark zu leuchten, dass seine Finger inzten und der Teller durchsichtig zu sein schien.

---

[1] Compt. rend. T. VIII. p. 243. Poggendorff Ann. Bd. XLVI. 2.

Nach FABBRONI[1] hat schon der Cardinal LEOPOLD v. Me-DICIS im Jahre 1669 Versuche über das Leuchten der Fische die in Fäulniss übergehn, angestellt.

Photographie. S. **Daguerrebilder.**

Photometer. VII. 480. LAMBERT's und RUMFORD's. 481. II. 7 BOUGUER's und RITCHIE's. VII. 482. WOLLASTON's. 483. von LAMPADIUS. 484. II. 703. LESLIE's. VII. 485. II. 535 ff. verbessert durch RITCHIE. VII. 486. POTTER's. X. 2464.

Zus. Eine sehr vollständige Nachweisung über Photometer, mit Rücksicht auf den von BRANDES bearbeiteten Artikel dieses Wörterbuchs, hat POGGENDORFF[2] geliefert, aus welcher auch jener wackere Gelehrte, hätte er es erlebt, mit Vergnügen Belehrung geschöpft haben würde. Ein einfaches, von DE MAISTRE[3] angegebenes besteht aus einer blauen und einer weissen Glasscheibe, welche, am einen Ende 8 Lin. dick, so geschliffen sind, dass ihre beiden Flächen einen Winkel von etwa 11° bilden, wonach also beide entgegengesetzt auf einander gelegt äussere parallele Flächen haben. Beim Gebrauch wird der hellere Gegenstand durch diese Gläser, der minder helle mit blossem Auge betrachtet, und jene Gläser werden durch eine Mikrometerschraube so über einander hin geschoben, bis beider Helligkeit gleich ist, wobei dann eine Scale das Verhältniss der Lichtstärken angiebt. QUETELET[4] bediente sich anfangs eines ähnlichen aus zwei gefärbten Gläsern bestehenden Apparats, wobei die Schwächung des Lichts durch zunehmende Dicke des Glases bewirkt wurde, verwarf ihn aber wieder, weil Glas von völlig gleicher Färbung nicht wohl zu erhalten ist und daher jeder Apparat ein individueller, eigenthümlich absorbirend auf die verschiedenen Farbenstrahlen des weissen Lichtes wirkender bleibt. Später bediente er sich eines durch wiederholte Reflexion das Licht schwächenden Photometers. Weil aber dabei die mehrmalige Reflexion an polirten Flächen statt findet, so muss hierdurch nach BREWSTER eine Färbung erzeugt werden (Bd. X. S. 2445. 2468).

---

1 Lettere inedite di uomini illustri raccolte da Fabbroni. Fir. 1773. T. I. p. 143.

2 Dessen Ann. Bd. XXIX. S. 186 u. 484.

3 Bibl. univ. T. LI. p. 323.

4 Ebend. T. LII. p. 212.

fachste Apparat dieser Art ist schon früher durch Brewster [1] gegeben worden. Eine dicke Platte durchsichtigen Glases mit Fig. 38. nau parallelen Flächen A B befindet sich zwischen zwei zur haltung sonstig auffallenden Lichtes dienenden, undurchsichen, geschwärzten, das Glas nicht berührenden Platten C und Der aus R einfallende Lichtstrahl gelangt durch zweimae Reflexion nach V, durch viermalige nach W und kann beig geschwächt werden durch Veränderung des Einfallswins, vermehrte Reflexionsmengen, grössere Dicke oder auch hl Färbung des Glases oder endlich durch Belegung der retirenden Flächen mit einer der Brechung des Glases mehr r weniger nahe kommenden Substanz. Bei einem nicht zu inen Einfallswinkel ist übrigens der nach zweimaliger Reion ausfahrende Strahl jederzeit vollständig polarisirt, ebenselbst bei kleinerem Einfallswinkel der nach mehrmaliger lexion austretende. Poggendorff bringt ferner ein vom ren Herschel, später v. Humboldt, angewandtes Verfahren, Lichtstärke der Himmelskörper vergleichend zu bestimmen [2], Erinnerung. Man erhält ein sehr bequemes Werkzeug, trometer genannt, um die Lichtstärke zweier Sterne zu gleichen, durch eine leicht zu erzielende Einrichtung des tanten. Bekanntlich sieht man durch das Fernrohr desen bei gehöriger Stellung gleichzeitig zwei Bilder des nämen Sterns, und kann dabei das Fernrohr höher oder nieer über die Alhidade schrauben, bis beide Bilder, das di- und das nach zweimaliger Reflexion gesehene, an Lichtke einander gleich sind. Ist dieses geschehen, so kann die Bilder zweier Sterne einander gehörig nähern und Helligkeit ziemlich genau bestimmen. Ein Ungenannter zur Erweiterung der Photometrie ein Lamprotometer Vorschlag gebracht. Dieses besteht aus einem länglichen te, auf welchem der Reihe nach neben einander 25 gleiche schen von hellem Glase und 6 Lin. Durchmesser aufgestellt l. Im ersten von ihnen befindet sich die nach Berzelius beete Lackmustinctur rein, in den folgenden dieselbe mit 1 24 Theilen Wasser gemischt, und zur Vermeidung des Ver-

---

[1] Trans. of the Roy. Soc. of Edinb. 1815.

[2] S. Ann. Bd. VII. S. 347. v. Humboldt Voyage, éd. in 8vo. T. IV. u. 287.

dunstens sind sämmtliche Gläser hermetisch verschlossen. V
den Gläsern, denselben parallel, befindet sich ein Bret mit
kleinen Oeffnungen, um durch diese und ein jedes einzelne
Gläser einen blanken verticalen Platindraht zu sehen, wel
auf einer hinter den Gläsern verschiebbaren Leiste so ge
werden kann, dass das von ihm reflectirte Licht durch
verticale Axe eines der Gläschen dringt. Das Stäbchen k
in horizontaler Ebene weiter von dem Gläschen entfernt
ihm näher gerückt werden, und aus der Entfernung und
Dunkelheit der Flüssigkeit in dem Gläschen, wobei das S
chen aufhört sichtbar zu seyn, wird die Intensität der
leuchtung gemessen. POGGENDORFF bemerkt aber mit R
dass weder die Gleichmässigkeit der Tinctur, noch die D
und Durchsichtigkeit des Glases für feine Messungen hinl
lich verbürgt werden kann.

Ein von OSANN[1] angegebenes Photometer beruht auf
Princip, dass der Lichteindruck, den man von einer er
teten Fläche durch eine Röhre erhält, bei einer gewissen
fernung verschwindet. Dieses Princip im Allgemeinen is
kanntlich unstatthaft, selbst wenn die Röhre nur 3 La
ist, denn man sieht allezeit durch eine Röhre wegen
schliessung des seitwärts ins Auge fallenden Lichtes sch
die Entfernung schärfer, als mit freiem Auge; der Appar
daher nur bei Kerzenlichte und mit der Beschränkung anw
bar, dass die erleuchtende Lampe sich neben der Röhr
findet und daher bei der Entfernung der beleuchteten F
gleichfalls in grösseren Abstand kommt, in welchem F
Helligkeit der beleuchteten Fläche der der erhellten Luft,
welche man sehn muss, gleichkommen und daher unk
werden kann. Die Röhre mit der Lampe befanden sich
einem Gestelle; in genau messbarer Entfernung gegenüber
fand sich auf einer Stange mit Stativ eine weisse Tafel,
so weit entfernt wurde, dass ihr Bild verschwand, und
gaben die Entfernungen, wobei dieses Verschwinden statt
wenn die Röhre offen oder mit weissen oder gefärbten Gl
geschlossen wurde, das Mass der durchgelassenen Lichtm
len. Merkwürdig war das Resultat, dass hellgrünes

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIII. S. 418.

hellblaues Glas diaphaner gefunden wurden, als weisses Tafelglas.

Die Societät der Wissenschaften zu Göttingen [1] erhielt in Folge eines für 1834 ausgesetzten Preises zwei der Beachtung werthe Beschreibungen neu erfundener Photometer. Der eine Apparat besteht aus einem Fernrohre, worin gleichzeitig die u vergleichenden Sterne, der eine direct, der andere durch Reflexion, von einem Spiegel gesehn werden, welcher um eine ie Gesichtslinie rechtwinkelig schneidende Axe drehbar in den rforderlichen Winkel gestellt werden kann. Sein äusserer and bedeckt die eine Hälfte des Objectivs, die andere Hälfte ann dann durch eine Blendung so bedeckt werden, dass sich is directe und das reflectirte Bild in gleiche oder ungleiche, n 0 bis zur ganzen Hälfte zunehmende Theile desselben thei-, wobei der den gleich stark hellen Bildern zugehörige Theil s umgekehrte Verhältniss der Lichtstärke mit einem durch nkehrung zu ermittelnden Coefficienten für den Verlust durch Reflexion giebt. Der andere Apparat, von Steinheil erden und **Prismenphotometer** genannt, beruht auf der fahrung, dass ein durch ein Fernrohr gesehener Stern sich eine Kreisfläche ausbreitet, wenn sich das Ocular nicht im htigen Abstande vom Objectiv befindet. Dieses Bild ist sto grösser, aber eben daher desto lichtschwächer, in je iterem Abstande von der richtigen Stellung sich das Ocular indet; man kann daher ungleich helle Sterne bei ungleichen ständen des Oculars zu gleicher Stärke bringen und die hre Lichtstärke aus den ungleichen Abständen schätzen, jeh nur annähernd, da man sie nicht gleichzeitig neben einler gestellt beobachtet. Um letzteres zu erreichen, ist das ectiv in zwei Hälften getheilt, die sich längs ihrer gemein aftlichen Axe, jedes für sich, verschieben lassen, während normaler Abstand vom Oculare deutliche Bilder geben de. Beide Hälften erhalten ihr Licht durch Glasprismen, welche die Lichtstrahlen senkrecht ein- und auch wieder fallen, deren reflectirende Flächen 45° gegen die Axe des rs gerichtet sind und von denen das eine, vom Objectiv ter abstehende, um diese Axe, die stets gegen den einen

---

[1] Göttingische gelehrte Anzeigen. 1835. N. 34 u. 35. Poggendorff d. XXXIV. S. 646.

Digitized by Google

Pol des beide Sterne verbindenden grössten Kreises gerich- seyn muss, messbar gedreht werden kann. Zwischen den Hä- ten der Objectivlinse und ihren Prismen sind Diaphragmen a- gebracht, durch zwei Schieberpaare gebildet, deren jedes dur- eine Schraube mit entgegengesetzten Windungen so bew- wird, dass die Hypotenuse des zu einem grösseren oder kl- neren rechtwinkeligen Dreieck sich bildenden Diaphragma u- verrückt bleibt. Man sieht hiernach bei gehöriger Stellung d- Rohrs und der Prismen zwei Sterne zugleich, jeden wie ei- rechtwinkelige Dreiecksfläche, wenn die Objectivhälften v- Normalabstande zum Ocular abweichen. Von dieser Ab- chung hängt sowohl die scheinbare Grösse des Dreiecks dessen Flächenhelligkeit ab, aber jene zugleich mit von Diaphragmenöffnung, diese von der eigenthümlichen Hellig- des Sterns; man kann daher durch Aenderung der einen A- weichung die Flächenhelligkeit beider Bilder und, wenn will, durch Aenderung einer Diaphragmenöffnung, auch Grösse zur Gleichheit bringen, wodurch dann die photo- trische Messung ihrer verhältnissmässigen Lichtstärke ge- ben ist.

Photometrie. ältere Versuche bis BOUGUER. VII. 488. Lam- Bemühungen. 489.

Zus. Eine sehr gründliche und umfassende Untersuch- über Photometrie, die Schwierigkeiten, welche dabei zu über- den sind, und die Mittel, um mindestens annähernde Ver- chungen zu erhalten, hat J. HERSCHEL[1] geliefert.

Photophobie. Lichtscheu. V. 1415.
Photosphäre. VII. 491—493.
Physik. Naturlehre, Naturkunde, Naturwissenschaft, Naturphil- VII. 493. allgemeine Bestimmung dieser verwandten Wissensc- 494—500. Beruht auf Beobachtungen und Versuchen. 501. W- der Hypothesen. 503. verschiedene Behandlungsarten. 504. philosophie. 506. Verhältniss zur Mathematik. 508. erforde- Apparate. 513. Verhältniss zur Chemie. 515. Nothwendigk- Nutzen. 516. mögliche Gefahr für den Glauben. 519. Einfl- Schärfung des Verstandes. 522. Geschichte. 524. älteste Hy- sen über den Ursprung der Natur. 528. Griechen. 528. Römer. Araber. 537. Westeuropäer. 538. Literatur. 548. Literärische W- 549. Lehrbücher. 550. Encyklopädieen und Wörterbücher Zeitschriften. 561. Schriften gelehrter Gesellschaften. 566.

---

1 On Light, in Encyclop. metrop. Mixed sc. T. II. p. 349. §.

Digitized by Google

Zus. Es lassen sich zu diesem Artikel der Natur der Sache nach nicht wohl Nachträge hinzufügen, ausser solche, welche die Literatur betreffen, und da letztere auf absolute Vollständigkeit durchaus keine Ansprüche macht, so werden auch folgende wesentliche Verbesserungen und Ergänzungen genügen.

S. 551. Von DESAGULIERS course u. s. w. erschien die letzte Auflage Lond. 1763.

S. 555. E. G. FISCHER, mechan. Naturlehre. 4te Aufl. (von AUGUST). 1837.

S. 556. J. P. NEUMANN Lehrbuch. Neue Aufl. Wien 1842.

S. 557. Von SCHOLZ Anfangsgründen ist 1839 (?) eine neue Auflage von SCHRÖTTER erschienen.

[illegible]ENCKE erste Elemente u. s. w. 4te Aufl. 1842.

[illegible]AUMGARTNER Naturlehre, mit v. ETTINGSHAUSEN, 6te Aufl. 1839. 7te Aufl. 1842. 8te Aufl. 1844.

[illegible]ESPRETZ Traité u. s. w. 6me ed. Brux. 1840.

[illegible] 558. H. W. BRANDES Vorlesungen u. s. w. 2te Aufl. (von C. W. H. BRANDES und W. J. H. MICHAELIS) in einem Bde. 1844. 8.

[illegible]OUILLET Élémens. 3me éd. (Par. 1837 u. 1840). 4me édit. Par. 1844. Voll. 8.

- Lehrbuch der Physik und Meteorologie, für deutsche Verhältnisse frei bearbeitet von Dr. JOH. MÜLLER. Braunschw. 1843 u. 1844. Erscheint jetzt in einer neuen Auflage.

[illegible]ÉCLET Traité. 3me éd.

Neu erschienen sind:

[illegible]AMÉ Cours de Physique. Par. 1837. II Voll. 8.

[illegible]ECQUEREL Traité de Physique considérée dans ses Rapports avec la Chimie et les Sciences naturelles. T. I. Par. 1842. T. II. Par. 1844. 8.

F. KÄMTZ Lehrbuch der Experimentalphysik. Halle 1839. 8.

SUCKOW System der Physik mit Beziehung auf Künste und Gewerbe. Darmst. 1840.

v. TSCHARNER Handbuch der Experimentalphysik zur Selbstbelehrung und zum Gebrauche bei Vorlesungen. 3te Aufl. Frkf. 1835.

[illegible]. EISENLOHR Lehrbuch der Physik zum Gebrauche bei Vorlesungen und beim Unterrichte. 1ste Aufl. 1836. 4te Aufl. 1844.

[illegible]. F. PESCHEL Lehrbuch der Physik. Ein Bd. 8. mit 1 Ht. Figuren in Steindr. 1842 u. 1843.

Digitized by Google

A. v. Ettingshausen Anfangsgründe der Physik. Mit 5 K Wien 1844.

H. Buff Grundzüge der Experimentalphysik mit Rücksicht a Chemie und Pharmacie. Ein Bd. 1843 u. 1844.

S. 559. Zu den Encyklopädien und Wörterbüchern sind h zugekommen: Library of useful knowledge. Natural phi sophy. Lond. 1829. II Voll. 8.

G. Marbach populäres physikalisches Wörterbuch. Leipz. 18 — 1838. IV Bde. 8.

Bei den Zeitschriften ist zu verbessern: S. 563. Hem städt Bülletin. Berl. 1809 — 1813. XV Bde., dann M seum des Neuesten u. s. w. 1814 — 1817. XII Bde. Neues Jahrbuch von Schweigger-Seidel. 1831 — 18 IX Bde. Zeitschrift für Physik und Mathematik. Von Baumgartner und A. v. Ettingshausen. Wien 1826—18 X Bde. Ferner

Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften von Baumgartner. Wien 1832 — 1837. IV Bde. Jahrgang 18 oder Bd. V. mit P. Ritter v. Holger, dann von L allein fortgesetzt.

Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. von K. C. v. Leonhard u H. G. Bronn. 1830 — 1832. III Bde.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Pe trefactenkunde. Von K. C. v. Leonhard und H. G. Bronn. 18 jährl. 6 Hefte, von 1841 an mit einem Supplementheft. W fortgesetzt.

S. 564. Annales de Chimie et de Physique par Gay-L et Arago. Par. 1816 — 1840. LXXV Bde. fortgesetzt i

Annales de Chimie et de Physique par Gay-Lussac, Ara Dumas, Pelouze, Boussingault et Regnault. 3me Sér. P 1841. Wird fortgesetzt.

Bibliothèque universelle u. s. w. Genève. 1816 — 1835. LX fortgesetzt in:

Bibliothèque universelle de Genève. Nouvelle Sér. 1836 — 1842. XLIV Bde.; wird fortgesetzt. Dazu Supplement à l Bibliothèque universelle de Genève. Archives de l'Électric par A. de la Rive. 1841. Wird fortgesetzt.

S. 565. Statt: Memorie di Fisica u. s. w. ist richtiger:

Memorie dell' Imp. R. Instituto del Regno Lombardo-Veneto. Von 1819—1838. V Voll. 4.

Annali delle Scienze del Regno Veneto Lombardo. 1831 ff.

Tilloch's philosophical Magazine. Lond. 1798—1826. LXVIII Bde.

Annals of Philosophy. Lond. 1813 — 1820 (von Thomson). XVI Bde. 8. Als New Series, von Rich. Phillips, bis 1826. XII Bde. Dann: Philosophical Magazine and Annals (von Richard Taylor und Richard Phillips). 1827 — 1832. XI Bde.

Nicholson's Journal of natural philosophy, Chemistry and the Arts. 1796 — 1813. V T. 4. XXXVI T. 8.

Das Quarterly Journ. of Science cet. von 1816 — 1827 hat XXII Bde. Die New Series. Lond. 1827 — 1830 hat VII Bde. Das Journal of the Royal Institution für sich von 1830 u. 1831 hat V Hefte.

Hinzuzusetzen sind:

Journal des Mines. Par. 1794 — 1815. XXXVIII. T. 8.

Annales des Mines. Par. 1816 — 1826. XXVI T. 8. deuxième Sér. 1827—1830. VIII T. trois. Sér. 1832 — 1841. XX T. quatr. Sér. 1842. Wird fortgesetzt.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Acad. des Sciences. Par. 1835. 4. bis jetzt XIX T.

L'Institut, ou Journal universel des Sciences cet. Par. 1835. jährl. ein Vol. gr. 4.

The american Journal of Science and Arts. By Silliman. Newhaven. 1819. bis jetzt XLIV Bde. Wird fortgesetzt.

The Annals of Electricity, Magnetism et Chemistry and guardian of experimental Science. Conducted by Will. Sturgeon. Lond. 1836 ff. Wird fortgesetzt.

Jac. Berzelius Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Tüb. 1822. 8. jährl. ein Bd. Wird fortgesetzt.

Gust. Theod. Fechner Repertorium der Experimentalphysik. III Bde. 8. 1832. Daran schliesst sich: H. W. Dove Repertorium der Physik. Berl. 1837 bis 1844. V Bde. 8. Der Bd. VI. eröffnet eine neue Reihe.

H. C. Schumacher Jahrbuch. Seit 1836 jährl. ein Bd.

Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins.

Digitized by Google

Herausgegeben von C. T. Gauss und W. Weber. Gött. seit 1837, jährl. ein Bd. 8.

Zu den Schriften gelehrter Gesellschaften sind hinzuzusetzen:

Mémoires de la Société Royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy. (Die Gesellschaft existirt seit 1802. Von ihren Memoiren bis 1842 sind nur einige Bände bekannt.)

Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bis 1842. V Bde. 8.

Recueil des Actes de la Séance publique de l'Académie imp. des Sc. de St. Petersbourg. Seit 1835 jährl. ein Bd. 4.

Bulletin scientifique de la Soc. Imp. des Sc. de St. Petersbourg. Seit 1835. Bis jetzt X Bde. gr. 4.

Physiologie. Verhältniss zur Physik. VII. 498. 516.

Piezometer von Perkins. II. 224. 456. III. 209. 210.

Pigment, schwarzes im Auge. I. 532. IV. 1377.

Pikromel. IX. 1717. **Pikrotoxin.** IX. 1712.

Pinte. französisches Mass. VI. 1285. englisches. 1310.

Pipe. englisches Mass. VI. 1310.

Piperin. IX. 1716.

Pipette. S. **Heber.** V. 136.

Pistole, elektrische. Donnerbüchse; Knallpistole. VII. 573. Ein... Construction. 575. spätere Abänderungen. 577.

Plaggen, Torfart. VIII. 1242.

Plancharten. VI. 107.

Planet, mittlerer. VI. 2310.

Planetarium, Planetenmaschine. VII. 580. früheste Constr... 581. Vergl. **Weltsystem.** X. 1561.

Planeten. VII. 582. untere und obere. 583. rechtläufige und rück-läufige Bewegung. 584. scheinbare Bewegung der unteren ... Weisse ihres Lichtes. 587. Ursache ihrer Bewegung nach de... Richtung. 588. Gesetz ihres Abstandes von der Sonne. IX ... Umlaufszeiten. IX. 1262. tabellarische Darstellung dieser Gr... X. 1584—1603. Bewegung im widerstehenden Mittel. 1766. At... sphären derselben. I. 514. Bahnen. 761.

Planetensystem. S. **Weltsystem.** X. 1500.

Planiglobien und **Planisphären.** VI. 103.

Platin. VII. 590. Platinschwamm; Platinsalmiak. VI. 86. X. ... VII. 590. Platinschwarz, Platinmohr. 590. Platinoxyd, Chlor... 591. Reinigen desselben. X. 987. Dehnbarkeit desselben. II. ... Platindraht, Wollaston'scher. 580.

Zus. Die Unannehmlichkeit, dass der Wollaston'sche Pla-tindraht sich aus der Mitte entfernt, vermeidet Becquerel da-durch, dass er den silbernen Cylinder aus zwei Hälften ver...

igen und den Platindraht zwischen diesen stark anspannen ässt, damit er beim Zusammenschmelzen genau in die Mitte ommt[1].

Zus. **Platiniren.** Hierunter versteht man das Ueberziehen er Metalle, des Porzellans u. s. w. mit einer dünnen Lage Plan. Geschieht dieses bei Metallen, namentlich auf galvanischem Vege, so pflegt man dieses dem eingeführten und beizubehalenden Sprachgebrauche nach **Verplatiniren** zu nennen, unr Platiniren dagegen versteht man das Ueberziehen der Plaaplatten mit einer dünnen Lage des feinen metallischen Plans, wodurch dasselbe zur Anwendung für die Grove'sche Gasiule und für andere Zwecke wirksamer wird. Das von Smee[2] ierst bekannt gemachte Verfahren des Platinirens geschieht if die Weise, dass man die zu platinirenden Platten oder rähte in eine Lösung von Platinchlorid senkt und mit den oldrähten einer Volta'schen Kette verbindet. Hierbei erhält e mit dem Zinkpole verbundene Platte einen Ueberzug fein rtheilten Platins, welcher jedoch nur locker anhaftet, so dass an die Platte nicht abwischen, sondern nur abspülen darf. amit der Ueberzug gleichmässig werde, ist erforderlich, dass e mit dem anderen Poldrahte verbundene Platte eine gleiche rösse, als die zu überziehende habe, auch entsteht der Ueberg vorzugsweise nur auf der zugewandten Fläche, man uss daher die zu präparirende Platte während der Operation ndrehen, um auf beiden Flächen eine gleichmässige Ablagerung erzeugen. Ist der Ueberzug zu dick, so springt er zuwei- ab.

tzungen bei Blitzschlägen. I. 1028.
hrum. ägyptisches Mass. VI. 1232. 1234. und griechisches. 1243.
umatik. Aërodynamik, Aërometrie. VII. 591. Bewegung gasförıiger Körper im Allgemeinen. 593. Strömen der Luft in den leeren aum. 594. der dichteren in dünnere. 597. Aufsteigen der leichteen Luft. 599. Bewegung der Luft in Röhren und durch Oeffnungen. 02. Navier's Behandlung dieses Problems. 609. Versuche zur rüfung. 614. von d'Aubuisson. 616. Lagerhjelm. 622. G. G. chmidt. 623. 629. Zusammenziehung des Luftcylinders. 624. 628. influss der Ausflussöffnungen und Röhren. 630. 635. Versuche von och. 632. Formeln für praktische Anwendung. 637. Luftströmung

---

[1] Ann. de Chim. et Phys. T. XXII. p. 113.

[2] Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 103. T. XVI. p. 315.

Digitized by Google

in langen Röhren. 639. Navier's theoretische Untersuchungen. 64 Schmidt's Versuche. 649. mit verschiedenen Gasen. 652. Fara-day's. 655. von Girard und Caignard de la Tour. 656. Na-vier's Berechnung derselben. 658. d'Aubuisson's Versuche. 6 Berechnung der Resultate. 661. 664. Formeln für die Praxis. 6 669. Einfluss der Krümmungen. 671. und der Verengerungen. 6 allgemeine Formeln für die Praxis. 675. merkwürdige Erschei beim Ausströmen der Gase und Dämpfe. 679. Hachette's App und Erklärung. 680. Anwendung auf Klappenventile. 686. Abä-rung des Versuchs durch Quetelet. 687. Kraftäusserung der be-wegten Luft. 688.

Zus. Die (Bd. VII. S. 632) erwähnten Versuche von K sind mit grosser Sorgfalt angestellt worden und wurden d von Gerstner[1] für seine praktischen Bestimmungen zum Gr gelegt. Daher hielt Buff[2] es der Mühe werth, die gefunde Werthe theils selbst zu berechnen, theils durch Philipp Schwa-zenberg berechnen zu lassen, und fand hiernach für den A flusscoefficienten m

für Oeffnungen in dünnen Platten

$$m = 0{,}626\,(1 - 0{,}079\sqrt{h}),$$

für kurze cylindrische Röhren

$$m = 0{,}79\,(1 - 0{,}079\sqrt{h}),$$

für konische Röhren von $2^0{,}5$ bis 7^0 Neigungswinkel

$$m = 0{,}92\,(1 - 0{,}079\sqrt{h}),$$

worin h die constante drückende Wassersäule in Kalenb Fuss bezeichnet. Wird der Kalenberger Fuss = 129,9 p Lin. angenommen, so verwandelt sich der für $\sqrt{h}$ gefundene efficient aus 0,079 in 0,083. Die konische Form der R vermehrt die Ausflussmengen, jedoch nur unmerklich, wen Wandungen einen grösseren oder kleineren Winkel als den gegebenen bilden. Spätere Untersuchungen über den Wi stand, welchen die bewegte Luft durch die Röhrenwandun erleidet, veranlassten Buff[3], den Werth von m durch Versuche mit einem für diesen Zweck construirten Apparat suchen und mit dem nach der eben angegebenen Formel rechneten zu vergleichen, wobei sich eine grosse Ueberein

1 Handbuch der Mechanik u. s. w. Wien. 1834. 4. Bd. III. S.

2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 277.

3 Ebend. Bd. XL. S. 14.

nung beider herausstellte. Bei Ansatzröhren fand er m zwischen 0,676 und 0,760 verschieden; ersteren Werth hatte es, wenn die Länge zehnmal die des Durchmessers übertraf, letzteren, wenn das Verhältniss 1,4 zu 1 war.

Ganz neuerdings hat WEISBACH[1] bei der Ausarbeitung des Art. **Ausfluss** für die allgemeine Maschinen-Encyklopädie den Coefficienten m einer neuen Prüfung unterworfen und giebt darin den von KOCH erhaltenen Resultaten den Vorzug vor den von d'AUBUISSON[2] gefundenen, die man in Frankreich zum Grunde legt, vermuthlich weil man jene daselbst nicht kennt. Dagegen setzt er das durch SCHMIDT aufgestellte Ausflussgesetz dem durch NAVIER gegebenen nach, wie dieses auch durch PONCELET in seiner Mécanique industrielle, durch COMBES in seinem Traité de l'aérage des mines und Andere geschieht. Weil NAVIER's Leistungen im Werke bereits mitgetheilt sind, so begnüge ich mich hier, aus den vier Tabellen, worin die sämmtlichen, aus KOCH's Versuchen berechneten Werthe des Ausflusscoefficienten m zusammengestellt sind, nur die Maxima und Minima und die ihnen zugehörigen Druckhöhen einer Wassersäule in Kalenberger Fuss, die von fast 7 Fuss bis 0,2 Fuss wechselten, hier aufzunehmen.

Ausfluss aus Oeffnungen in einem dünnen Blech:

Weite der Oeffnung	Wasserdruckhöhe	Temperatur	Werth von m
2,96 Lin.	3,12960 F.	9° R.	0,567
—	0,32007 „	—	0,596
—	5,61904 „	7°	0,569
—	0,14684 „	—	0,605
6,183 „	4,43368 „	—	0,566
—	0,79113 „	—	0,591

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 449.

2 Traité d'Hydraulique à l'usage des Ingénieurs. 2me édition. 1840.

Digitized by Google

Ausfluss aus kurzen cylindrischen Röhren:

Röhren- Weite	Röhren- Länge	Wasserdruckhöhe	Temperatur	Werth von m
4,655 L.	12,010 L.	5,02915 F.	3° R.	0,724
—	—	0,70726 „	—	0,737
2,974 „	11,896 „	4,94251 „	5°	0,724
—	—	0,57030 „	—	0,750
—	—	5,28065 „	2°,5	0,727
—	—	0,28236 „	—	0,754
4,190 „	23,883 „	4,14576 „	3°	0,703
—	—	0,35573 „	—	0,736

Ausfluss aus konischen convergenten Röhren:

Röhren- Länge	Weite Eintritt	Weite Austritt	Wasserdruckhöhe	Temperatur	Werth von m
12,5 L.	3,715 L.	3,04 L.	4,94809 F.	9° R.	[illegible]
—	—	—	0,24320 „	—	[illegible]
11 „	4,040 „	3,010 „	3,62021 „	—	[illegible]
—	—	—	0,20967 „	—	[illegible]
35,5 „	6,420 „	2,725 „	3,47771 „	2°	[illegible]
—	—	—	0,45286 „	—	[illegible]
18,6 „	4,660 „	2,720 „	4,95369 „	4°,5	[illegible]
—	—	—	0,25760 „	—	[illegible]
18,5 „	6,390 „	2,63 „	3,13098 „	5°	[illegible]
—	—	—	0,45288 „	—	[illegible]

Ausfluss aus konischen divergenten Röhren:

Röhren- Länge	Weite Eintritt	Weite Austritt	Wasserdruckhöhe	Temperatur	Werth von m
35,5 L.	2,725 L.	6,42 L.	4,89776 F.	2° R.	[illegible]
—	—	—	0,36901 „	—	[illegible]
18,5 „	2,630 „	6,39 „	4,37501 „	4°,5 „	[illegible]
—	—	—	0,14257 „	—	[illegible]

Poikilogramm. S. **Inflexion.** V. 694. 695.
Pol. Pole der Erde. I. 213. III. 839. VII. 693. Temperatur des

pols. IX. 506. Kältepole und deren Zusammenfallen mit den magnetischen. 336. 507. Weltpole. X. 1498. Pole der Ekliptik. VII. 694. deren Wanderung. IX. 2130. Pole der Magnete. VI. 675. Magnetpol. I. 140 u. s. w. S. **Magnetpol.**

areis. III. 140. Vergl. **Eis.** III. 140. und **Meer.** VI. 1697.

argegenden. S. **Erde.** III. 1113.

arisation des Lichts. VII. 694. erste Entdeckung durch HUYGENS. 695. genauer erkannt durch MALUS. 697. durch Zurückwerfung von spiegelnden Flächen. 698. Polarisationswinkel für Glas. 699. Winkel der vollkommensten Polarisation. 703. Erklärung nach der Emanationstheorie. 708. nach der Undulationstheorie. 709. Polarisirung durch gewöhnliche Brechung. 712. beim Durchgange durch doppelt brechende Körper. 716. durch Zurückwerfung und Brechung. 726. FRESNEL's Formeln. 728. Interferenzen polarisirter Strahlen. 746. Farbenerscheinungen in dünnen Blättchen durch Depolarisation. 754. Erzeugung des gewöhnlichen und ungewöhnlichen Bildes. 757. BIOT's Erklärung. 759. positive und negative Wirkung der Axen. 763. feste und bewegliche Polarisation. 764. FRESNEL's Erklärung. 766. Farbenringe des polarisirten Lichts. 772. und FRESNEL's Erklärung derselben. 778. Erscheinungen bei doppelt brechenden zweiaxigen Krystallen. 786. Lemniscatenform der isochromatischen Linien. 789. virtuelle Pole polarisirender Krystalle. 798. Einfluss der Neigung gegen den Lichtstrahl. 801. Bestimmung der polarisirenden Axen. 805. Farbenerscheinungen in nicht krystallisirten Körpern, namentlich im Glase. 811. Seebeck'sche Figuren. 812. Verhalten des erkaltenden Glases. 813. des gepressten. 822. und des vibrirenden. 825. der Gallerte und sonstiger Substanzen. 826. geradlinige, circuläre oder kreisförmige und elliptische Polarisation. 828. Polarisation durch Metallflächen. 854. des von Dünsten reflectirten Lichts. 864. Absorption des polarisirten Lichts. 865. Dichroismus. 866. Vergl. **Licht.** VI. 300. 325. und **Undulation.** IX. 1473. elliptische. 1517. circulare. 1518.

arisation des Schalles. S. **Schall.** VIII. 450. der Wärmestrahlen. VII. 870. X. 555. 557. 581. 595. 616. 623.

arisationsmaschine. VII. 700. IX. 1481.

risirung, elektrische, der das Wasser zersetzenden Drähte. . 879. VIII. 87. Entdeckung der Polarisation und RITTER's Ladungssäule. 88 ff.

Zus. **Was über elektrische Polarisation im Werke beigebracht ist, bezieht sich vorzugsweise auf den polaren Zustand ferer, den elektrischen Strom durch Wasser leitender, Waszersetzender Drähte; die neueren Untersuchungen haben gezeigt, dass die Elektroden, welche den elektrischen in jeder Art in eine zu elektrolysirende Flüssigkeit leiten, zwar wohl ohne Zweifel in Folge der an ihnen haftenden**

Digitized by Google

Elemente der zersetzten Körper, polarisch werden, und demnach einen dem primären entgegengesetzten Gegenstrom erzeugen, welcher die Wirkung des Hauptstromes schwächt. Auf gleiche Weise werden auch die Flüssigkeiten selbst in Folge vorgehender Zersetzung polarisirt. Von den vielen, auf diesen Gegenstand sich beziehenden Untersuchungen wird es genügen nur diejenigen hier etwas näher zu berücksichtigen, welche sich vorzüglich oder ausschliesslich auf diese Polarisation beziehen.

An die bereits (Bd. VIII. S. 87 ff.) erwähnten Arbeiten GAUTHEROT, RITTER, MARIANINI und besonders DE LA R wozu noch die Bemerkung ARAGO's[1] hinzugefügt werden dass das Eisenfeilicht noch eine Zeit lang an einem Rheo hängen bleibt, nachdem er schon von der Säule getrennt schliessen sich zunächst die Untersuchungen BECQUEREL's SCHÖNBEIN's. Die Polarisation der Elektroden und der elektrolysirten Flüssigkeiten war bereits durch genügende Be ausser Zweifel gestellt, allein es blieb noch übrig, die ver denen Modificationen, unter denen sie auftritt, und die er zeugenden Ursachen genügend auszumitteln. Nach DE LA R werden die Körper in einen eigenthümlichen elektrisch p Zustand versetzt, nach BECQUEREL aber soll die Polarisation nur dann auftreten, wenn die Elektroden in eine salinische Flüs sigkeit getaucht worden waren, deren Basis sich am neg die Säure dagegen am positiven Pole anhäufe, und würden die Elektroden in eine leitende Flüssigkeit gebracht, so bänden sich beide mit einander, und es müsse daher nach elek trochemischen Gesetzen ein dem anfänglichen entgegenge Strom entstehen. Zur Widerlegung dieser Hypothese st SCHÖNBEIN[2] eine grosse Reihe von Versuchen an. Eine U mig gebogene Glasröhre wurde mit reiner Schwefelsäure füllt und zwei mit einem Galvanometer verbundene Platin hineingesenkt, allein es zeigte sich keine Spur eines Str als aber dieselben Drähte nur etliche Secunden mit einer e chen Säule verbunden gewesen waren, zeigte sich nach Verbindung mit dem Galvanometer ein starker Strom, w eine geraume Zeit anhält und selbst dann zum Vorschein k

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXIV. p. 5.
2 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 109.

wenn man die Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Säule stundenlang in der Säure stehen lässt. Wartet man, bis die Nadel wieder auf ihren Nullpunct zurückkommt, trennt man die Drähte dann vom Galvanometer und verbindet man sie demnächst abermals mit diesem, so tritt ein zweiter Strom ein, welcher an Stärke zunimmt, wenn man einige Zeit bis zum Wiederschliessen verstreichen lässt, und dieses kann man sogar mehrmals wiederholen. Golddrähte erzeugten eine stärkere Abweichung der Nadel, als Platindrähte, Eisendrähte, versilberte Kupferdrähte, auch Zink und sonstige Metalle in Kalilösung wurden gleichfalls polarisirt. Hiernach verwirft er BECQUEREL'S Hypothese und auch die Ansicht, als könnten die Elemente des zersetzten Wassers an den Elektroden haften und den Strom erzeugen, weil dieser auch dann entsteht, wenn man den negativen Poldraht, durch welchen der Strom der Säule gegangen ist, mit einem ungebrauchten vertauscht, so dass an diesem unmöglich Wasserstoff haften kann. Gegen jene Hypothese entscheidet ferner der Umstand, dass nach aufgehobener und dann wieder hergestellter Verbindung mit dem Galvanometer aufs neue ein Strom entsteht. Nach seiner Ansicht erleiden daher die Elektroden eine der Passivität des Eisens ähnliche Veränderung. Leitet man einen zum Zersetzen hinlänglich starken Strom einige Zeit durch Salzsäure- oder Schwefelsäure-Hydrat in der gebogenen Röhre und senkt man demnächst die Platindrähte eines Galvanometers in die Schenkel der Röhre, so gewahrt man einen elektrischen Strom von entgegengesetzter Richtung, ja dieses erfolgt selbst dann, wenn man die ursprünglichen Elektroden beibehält, aber ihre Stellung in den Schenkeln wechselt, woraus unverkennbar die Polarisation dieser und vermuthlich auch anderer Flüssigkeiten hervorgeht. Bringt man die Elektroden, welche einige Zeit zur Zersetzung durch die Säule gedient haben, in neue Säure, so zeigt sich auch ihre Polarisation durch den entstehenden Strom. Beide Polaritäten sind nach der Beschaffenheit der Flüssigkeiten ungleich; bei der Salzsäure ist die der Flüssigkeit die stärkere, bei Schwefelsäure die der Drähte; die Dauer des polaren Zustandes scheint bei beiden gleich zu seyn, doch sind hierüber die Thatsachen noch nicht genügend ermittelt, ebenso wenig als die Leichtigkeit, womit Metalle und Flüssigkeiten polarisch werden. Weil so schwache Ströme, welche Was-

ser zu zersetzen nicht vermögen und kaum Iodtinctur verä
dern, dennoch Flüssigkeiten polarisiren, so glaubt Schön
dass nicht die Trennung des Wasserstoffs vom Sauerstoff o
Chlor die Polarisation der Flüssigkeiten erzeuge, sondern
intermediärer Zustand, welcher beide Elemente nur etwas
einander entferne, wonach dann ihre wiederkehrende innig
Verbindung nach der chemischen Theorie der Säule einen
gegengesetzten elektrischen Strom erzeugen müsse. Inzwis
will mir diese Hypothese, die eine beginnende Entfernung
Atome, ohne eigentliche Trennung, voraussetzt und weder d
Volumensvermehrung noch Wärmeveränderung sich kund g
nicht einleuchten, da vielmehr eine bei den verschiedensten K
pern so oft vorkommende Trennung beider Elektricitäten,
sich in den schlecht leitenden Flüssigkeiten dann langsam
der vereinigen müsste, weit einfacher zum Ziele führen w
Rücksichtlich der Metalle schlösse sich Arago's oben erw
Bemerkung sehr einfach hieran.

Mit einiger Geringschätzung weiset Becquerel[1] die
mitgetheilten Einwendungen zurück und meint, dass
Salzen und Säuren sich auch Sauerstoff, Chlor und W
an die Elektroden ansetzen oder in den Flüssigkeiten v
tet seyn könnten, deren Wiedervereinigung dann nach der
mischen Theorie einen dem trennenden entgegengesetzten S
erzeugen müsse. Dieses könne auch dann der Fall seyn, w
eine schwache Säule kein merklich wahrnehmbares Gas er
vielmehr die geringen Quantitäten in den Flüssigkeiten
breitet wären. Wenn übrigens Schönbein diese Erschein
mit denen der Passivität des Eisens in Verbindung b
wolle, so sey dieses eine vage Erklärung, eine Conjectur
für nichts weiter als dieses gelten könne. Den Versuch
welchem Schönbein die in der gekrümmten Röhre elektrol
Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzte, wodurch nach seiner
sicht vorhandenes Gas entfernt werden musste, verwirft
querel, weil man hiervon auf keine Weise versichert seyn k
und glaubt daher bei seiner Erklärung, die auf Thatsachen
gründet sey, beharren zu können. Als positives Argument b
er bloss das bei, dass Platindrähte, die vorher in Sauerst
und in Wasserstoffgas getaucht worden waren, gleichfalls

---

1 Traité de l'Électr. et du Magnét. T. V. P. II. p. 268.

Strom erzeugen, und dass mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas vorher imprägnirtes Wasser nach seiner Vereinigung eine gleiche Wirkung zeigt.

Es war nicht wohl mit der bekannten Beharrlichkeit Schönbein's[1] vereinbar, die Sache auf sich beruhen zu lassen, vielmehr stellte er neue Versuche an, zu denen er ausserdem durch einige, ihm nicht völlig genau bekannt gewordene, von Peltier und Matteucci noch besonders aufgefordert wurde. Hierdurch gelangte er zu folgenden Resultaten: 1) Werden Platinelektroden, welche reines oder mit Schwefelsäure oder Salzsäure verbundenes Wasser zersetzt haben, in einer Weingeistflamme bis zum Rothglühen erhitzt, so verlieren sie ihre Polarität. 2) Ein positiv polarisirter Platindraht verliert in einer Chlor- oder Brom-Atmosphäre augenblicklich seine Polarität. (Hierbei muss bemerkt werden, dass derjenige Platindraht, welcher als negative Elektrode in gesäuertem Wasser gedient hat, positiv polarisirt, derjenige aber, welcher als positive gedient hat, negativ polarisirt genannt wird.) 3) Befindet sich ein positiv polarisirter Platindraht etwas längere Zeit in Sauerstoffgas, so wird er neutral. 4) Eben dieses ist der Fall bei einem negativ polarisirten in einer Wasserstoffgasatmosphäre. 5) Alle andern Gasarten, welche weder auf Sauerstoff noch auf Wasserstoff chemisch wirken, sind gegen beide Drähte indifferent. 6) Ein gewöhnlicher Platindraht wird in Wasserstoffgas in wenigen Secunden positiv polarisch. 7) Platin-, Gold- und Silber-Drähte werden in Chlor- und Brom-Gas in wenigen Secunden negativ polarisch. 8) Behandelt man negativ polarisirte Salzsäure (d. h. diejenige der durch eine Membrane getrennten Zellen, welche mit der positiven Elektrode in Verbindung stand) oder Hydrobromsäure mit der gehörigen Menge Wasserstofflösung, so wird ihre Polarität zerstört. 9) Geht durch schwefelsäurehaltiges Wasser in einer gekrümmten Röhre ein elektrischer Strom, so wird die Flüssigkeit nur dann sich polarisirt zeigen, wenn die Multiplicatorenden aus Platin bestehen; bei Anwendung von verdünnter Salzsäure geben auch Gold- und Silber-Drähte einen Strom. Nach den Resultaten von 1 bis 6 muss man die Polarisation von anhängendem Wasserstoffgas und Sauerstoffgas herleiten, allein dieses wird dadurch wieder zweifelhaft,

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 101.

Digitized by Google

dass Platin in Sauerstoffgas nicht negativ polarisch wird; eben so wenig werden Gold- und Silberdrähte in Wasserstoffgas polarisch, wohl aber, wenn sie in schwefelsäurehaltigem Wasser nur wenige Secunden als Elektroden dienten. Dass nach nur Platindraht einen elektrischen Strom zeigt, lässt sich daraus ableiten, dass dieses Metall allein die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff bedingt. Dass Platin in Sauerstoffgas nicht negativ polarisch wird, obgleich dieses der Fall ist, wenn es als positive Elektrode in gesäuertem Wasser gedient hat, soll eine Folge davon seyn, dass sich im letzteren Falle Wasserhyperoxyd um dasselbe bildet. SCHÖNBEIN nimmt sonach, wie er auch ausdrücklich selbst bemerkt, seine anfängliche Hypothese zurück und tritt der von BECQUEREL aufgestellten bei, doch wird manches hierdurch noch nicht erklärt, und er nimmt dabei die noch nicht erwiesene Bildung von Wasserhyperoxyd und Wassersuboxyd zu Hülfe, um die Erregung aller elektrischen Ströme aus chemischen Verbindungen und Zersetzungen zu erklären. Aus den Versuchen folgt beiläufig, dass auch die schwächsten Ströme, wenn sie durch eine Flüssigkeit dringen, eine Zersetzung bewirken, wenn gleich die zersetzten Theile für sich nicht wahrnehmbar sind, die sich indess jederzeit durch Polaritätserscheinungen als vorhanden zeigen.

Zur Ergänzung der hier mitgetheilten Thatsachen dient eine neue, durch SCHÖNBEIN [1] bekannt gemachte Reihe von Versuchen. Zwei durch eine Membrane getrennte Gefässe wurden mit reinem Wasser gefüllt und mit den Polen einer kräftigen Säule in Verbindung gesetzt, wodurch eine schwache Wasserzersetzung eintrat. Nach Entfernung der Elektroden tauchte er die Platinenden eines empfindlichen Galvanometers in die Gefässe und erhielt einen dem früheren entgegengesetzten Strom; doch zeigten Drähte aus anderen Metallen keine Wirkung, wenn nicht in das mit dem negativen Pole in Verbindung gewesene Gefäss ein Platindraht gesenkt war. Um zu ermitteln, welches Wasser der beiden Gefässe den Strom erzeuge, trennte er sie und brachte sie mit einem zweiten, mit reinem Wasser gefüllten und gleichfalls durch eine Membrane getrennten Gefässe

1 Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Versammlung in Basel. N. V. 1843. S. 5. Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 1[illegible]

Verbindung, woraus sich dann ergab, dass bloss das mit dem negativen Pole verbunden gewesene den Strom erzeugte, wie denn ein solcher auch dann erschien, wenn das eine Gefäss mit Wasserstoffgas imprägnirtes Wasser, das andere reines enthielt, ohne dass eine Verbindung des letzteren mit Sauerstoffgas irgend einen Einfluss äusserte. Da hiernach also das mit Wasserstoffgas imprägnirte Wasser mit gemeinem Wasser und Platin in Berührung einen elektrischen Strom erregt, so findet es Schönbein zwar natürlich, hierin eine Volta'sche Combination zu erkennen[1], da aber ein elektrischer Strom nicht anders als durch Chemismus entstehen kann, so wird als möglich angenommen, dass das Platin mit dem Wasserstoff ein Wassersuboxyd bilde und diese chemische Action den Strom erzeuge. Daraus ergiebt sich dann, wie er meint, die Ursache, weswegen andere Metalle sich unwirksam zeigen, weil ihnen die katalytische Kraft fehlt, jenes Suboxyd zu bilden. Wenn aber diese Metalle, namentlich Gold, Silber und Kupfer, dennoch als positive Elektroden negativ polarisch werden, so kann dieses vom anhaftenden Wasserstoffgas nicht herrühren und ist daher von dem an ihnen sich bildenden Wassersuboxyd abzuleiten. Hiergegen lässt sich der wohlbegründete Zweifel geltend machen, dass die Bildung des Wassersuboxyds am Platin und die Zerstörung desselben am Golde wohl unmöglich einen gleich gerichteten Strom erzeugen können. Schönbein geht hierauf indess nicht ein, glaubt vielmehr, dass das von ihm entdeckte Ozon mit Platin sowohl, als auch mit Gold verbunden den elektrischen Strom erzeuge.

Die Polarisation der Metalldrähte in Flüssigkeiten durch Reibungselektricität hat Henrici[2] untersucht, indem er die zu untersuchenden Flüssigkeiten in eine 12 Millim. weite Glasröhre brachte und durch zwei Platindrähte, deren einer unten eingeschmolzen, der andere von oben durch einen Kork gesteckt war, in einem Abstande von 60 Millim. den elektrischen Schlag aus einer Flasche von 2 Quadratfuss äusserer Belegung lei-

1 Nach Volta's Theorie muss das höchst negative Platin mit dem höchst positiven Wasserstoff ein galvanisches Element bilden, und die Erfahrung zeigt, dass dieses stark genug ist, den entstandenen Strom durch das Wasser und den Multiplicatordraht zu führen.

2 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 585. Bd. XLVII. S. 431.

Digitized by Google

tete. Unmittelbar nach dem Schlage wurden die Platindr
mit einem Multiplicator in Verbindung gebracht und die
gleiche Abweichung der Doppelnadel zeigte die Stärke der
zeugten Polarisation. Unter den verschiedenen Flüssigke
zeigte Alkohol die geringste Abweichung von 1°, Schneew
2°, die übrigen zwischen 11° und 20°, die stärkste von
gab Iodkalium; im Allgemeinen waren die Grade der Ab
chung der leichten Zersetzbarkeit proportional. Die Lad
der Flasche waren sich stets gleich; wurden aber bei der
lichen Flüssigkeit die Ladungen verstärkt, so waren die
weichungen dieser Verstärkung nahe genau proportional.
nen thermoelektrischen Einfluss der sich berührenden Pl
und Kupferdrähte glaubt HENRICI ausschliessen zu müssen,
er bei einem eigens deswegen angestellten Versuche so
Platinstreifen anwandte, dass sie nicht wohl merklich erw
werden konnten. Uebrigens waren bloss die Drähte pol
denn wenn sofort nach dem Schlage andere an ihrer S
in die Flüssigkeiten gebracht wurden, so äusserten diese
Einwirkung auf das Galvanometer. Dennoch aber zeigte
Flüssigkeiten in ihnen vorhandene positive Elektricität am El
troskope, die erst durch mehrmalige Berührung fortge
werden und, wie sich erwies, nicht von den Wänden des G
gefässes herrühren konnte. Die Polarität der Drähte l
HENRICI von den Substanzen ab, die sich aus den zerset
Flüssigkeiten an ihnen ablagern. Um hierüber mehr Gew
heit zu erlangen, legte er auf eine Glasscheibe zwei sich
rührende Stückchen Lakmus- und Curcumä-Papier, ben
beide mit der zu zerlegenden Flüssigkeit und berührte da
stere mit einem die Elektricität einer schwachen Maschine
führenden, das andere mit einem diese abführenden Platindr
Nach einigem Drehen der Maschine zeigte das erste einen
rötheten, das zweite einen gebräunten Fleck, und wenn
die freien Enden der Platindrähte mit dem Multiplicator
bunden wurden, wich die Nadel merklich ab, und zwar so,
sie einen dem anfänglichen entgegengesetzten, vom Curcu
Papier zum Lakmus-Papier gerichteten Strom anzeigte.
Beweise, dass dieser nicht von einer Polarisirung der Dr
herrühre, wurden die Spitzen derselben bei der ursprüngl
elektrischen Strömung etwa 1 Millim. von den Papierstü
entfernt und erst nach der Verbindung der Drähte mit d

Galvanometer in Berührung mit dem Papier gebracht. Die Drähte für sich, nach Wegnahme des Papiers und Vertauschung lesselben mit einem frisch benetzten, hatten keine Wirkung uf das Galvanometer[1].

Aus den früher bekannt gemachten und den neueren, hier achgetragenen Erfahrungen geht also unwidersprechlich heror, dass durch jeden elektrischen Strom, aus welcher Quelle er uch abstammen mag, sowohl die Elektroden, als auch die durchtrömten Flüssigkeiten eine durch den Namen Polarisation beeichnete Veränderung erleiden, vermöge deren sie nicht bloss en ursprünglich bestehenden Strom schwächen und daher in erbindung mit dem Uebergangswiderstande die Kraft der Säun vermindern, sondern auch selbstthätig, und zwar entweder ereint, oder die Elektroden und die Flüssigkeiten einzeln für ich, einen dem ursprünglichen entgegengerichteten Strom erugen. In Beziehung auf den Uebergangswiderstand entringt hieraus eine (vergl. **Leitung**) unüberwindliche Schwiegkeit, denn da dieser der Natur der Sache nach mit dem sprunge des Stromes zusammenfällt, die Polarisation aber ch den Resultaten der hier mitgetheilten Versuche, insbesonre aber nach denen POGGENDORFF's, wovon später die Rede yn wird, gleichfalls unmittelbar nach begonnener Strömung ntritt, so ist es wohl unmöglich, beide Wirkungen einzeln i bestimmen. Ueber die Ursache der Polarisation werden sich e Physiker nicht eher vereinigen, als bis die Theorie der droelektrischen Säule allgemein festgestellt seyn wird. Nach r Contacttheorie folgt ohne Weiteres von selbst, dass eine ränderung der Elektroden und der Flüssigkeiten, welcher rt dieselbe seyn möge, auch eine Veränderung ihres Volta'hen Verhaltens erzeugen müsse. Stellt man aber als Axiom n Satz auf, dass ohne chemische Trennung oder Vereining kein elektrischer Strom entstehn könne, wie sehr hiergen auch die thermoelektrischen, magnetoelektrischen und ductions-Ströme streiten, dann lässt sich, wie wir gesehn ben, mittelst einiger künstlicher Hypothesen die Wirkung der olarisation auch auf chemische Action zurückführen. Von

1 Es bleibt hierbei fraglich, ob das gebrauchte Galvanometer für ache Polaritäten, wie sie Flaschenschläge zu erzeugen vermögen, nglich empfindlich war.

grosser Wichtigkeit sind die Polarisationsphänomene, welc POGGENDORFF bekannt gemacht hat; da sie aber mit den E scheinungen der **Ladungssäule** im innigen Zusammenha stehn und über diese ein vorzügliches Licht verbreiten, so es angemessen, sie als Nachtrag dem Artikel **Säule, La dungssäule**, anzureihen.

Polariskop. So nennt man diejenigen Apparate, m telst deren man polarisirtes Licht von gewöhnlichem zu unt scheiden vermag. SAVART'S Polariskop besteht aus zwei Be krystallplatten, 1 bis 2 Millim. dick, die einer der Flächen natürlichen Pyramiden des Krystalls parallel geschnitten und auf einander gelegt sind, dass ihre Hauptschnitte sich rec winkelig kreuzen. Vor ihnen ist eine Turmalinplatte so gebracht, dass ihre Axe diesen rechten Winkel halbirt. drei Platten, in eine Korkscheibe eingelassen, bilden ein S stem von 6 bis 10 Millim. Dicke. Richtet man den App auf polarisirtes Licht, so zeigen sich gerade farbige, in Mitte durch einen schwarzen Strich getrennte Streifen, d der Richtung der Polarisationsebene dieses Lichtes Statt der Bergkrystallplatten können auch Doppelspat dienen, die den natürlichen Flächen des Rhomboëders p geschnitten sind [1].

Polarität, magnetische. VI. 675. 681. 687.
Polarkreise. III. 840. der nördliche und südliche. VII. 870.
Polarlicht. S. **Nordlicht.** VII. 113.
Polarnebel. S. **Nebel.** VII. 23.
Polarprojection bei Landcharten. VI. 103.
Polarstern. VII. 870. IX. 1665.
Polarzone. VII. 871.
Polemoskop. VII. 872. und Operngucker. 873.
Polhöhe [2]. I. 1196. VII. 874. geocentrische. VI. 2353. X. 2401.
Polinje. S. **Meer.** VI. 1702.
Poliren. polirende Körper. X. 2453. Vergl. **Daguerrebilder**
Polyëder oder Rautenglas. VII. 874.
Polymerie. IX. 1964.
Polyopter. VII. 875.
Polyzonallinse. I. 1208.
Pomade. für Luftpumpen geeignete. VI. 612.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 292.
2 Eine Tabelle der Polhöhen und Längen befindet sich am E des X. Bdes.

'**ontias.** eigenthümlicher Wind. X. 1941.
'**oren.** II. 525. Vergl. **Porosität.** VII. 876.
'**ororoca,** eigenthümliche Bewegung der Flüsse. VIII. 1217.
orosität. VII. 876. verschiedene Poren. 877. vermeintliche der Metalle. 881. der auflösenden Flüssigkeiten. 882. der Körper für die Inponderabilien. 884. ältere Untersuchungen. 886. über den leeren Raum. 888. Raumverhältniss der Poren zur Materie. 892. NEWTON's Meinung über Porosität. 893. und LAPLACE's. 894.
orphyr. Gebirgsart. III. 1086.
saune. Musikalisches Instrument. VIII. 359.
silipptuff. Felsart. III. 1102. IX. 2265. 2269.
sitionsmikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2176.
tenz. mechanische, einfache Maschine. VII. 895. Hebel, geneigte Ebene und Seilmaschine. 896. Potenzmaschine. 897.
ttasche. S. **Kalium.** V. 842.
äcession. S. **Vorrücken der Nachtgleichen.** IX. 2119.
äcipitirung. Fällung. IX. 2015.
äservativbrillen. IV. 1403.
esbyt. Fernsichtiger. S. **Gesicht.** IV. 1398.
esse. VII. 897. mechanische, Schraubenpresse und Keilpresse. 898. Atholpresse. 900. hydromechanische, hydrostatische oder Extractionspresse. 900. Real'sche Extractionspresse. IV. 202. VII. 903. PASCAL's hydrostatisches Paradoxon. 902. mit Anwendung des Luftdrucks. 909. Luftpresse. 910. mikrochemische Extractionspresse. 913. hydraulische oder BRAMAH's Presse. 916. verbessert durch HACHETTE. 920.

Zus. Mit Recht hat FECHNER[1] bemerkt, dass die Kniepresse, eine allerdings sehr nützliche und in vielen Fällen mit Vortheil anzuwendende Maschine, im Wörterbuche vergessen sey, weil sie sich in den Werken über praktische Mechanik nicht findet. Ein ihr eigenthümlicher Vorzug besteht darin, dass ihre Wirkung zunehmend wächst, je mehr der gegebene Gegenstand zusammengedrückt wird. Der Name Kniepresse ist sehr angemessen, da das dabei zum Grunde liegende mechanische Princip auch bei der Bewegung des Knies in Anwendung kommt. Man hat dasselbe sicher schon früher vielfach benutzt, wenigstens habe ich selbst dieses oft, namentlich bei Schreinern, gesehn, wenn sie Fussböden legen und die Tafeln stark gegen einander pressen, indem sie zwei Latten, deren Gesammtlänge etwas grösser ist, als der Raum zwischen den Tafeln, mit ihren Enden gegen die Tafeln stemmen, die

1 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 501.

Digitized by Google

andern Enden zur Berührung bringen und sie dann mit Gew niederdrücken. WOLLASTON[1] construirte hiernach eine gleicha horizontal liegende Presse zum Zusammendrücken des in Pl verform erhaltenen Platins, was sonst durch die allerdi stärker wirkende Bramah'sche Presse geschieht. Die Einric tung des Apparats als Siegelpresse ist durch die Zeichnu
Fig. 39. ohne weitere Beschreibung klar; man erkennt leicht die Pre stange AB, die Stange CD, worauf der Druck ausgeübt w und das Querstück FG, welches an den verticalen Stang auf und nieder gleitet und daher dem abzudrückenden Sieg E keine andere, als eine verticale Bewegung gestattet. I gleich bemerkt man bald, dass der Hebelarm CB länger s muss, als ihn die Zeichnung angiebt, denn auf dem Verh niss dieser Länge zu der des andern Armes AC beruht z Theil die Wirksamkeit der Maschine.

Das mechanische Princip der Maschine wird durch Fech
Fig. 40. auf folgende Weise erläutert, wobei zugleich der in hori taler Richtung gegen die Presse wirkende Druck berücks tigt worden ist. Es wird indess genügen, uns hier auf den er haltenden Nutzeffect K zu beschränken, welcher durch die a gewandte Kraft, die beiden Hebelarme AC und CD und Winkel ADC und DCB bestimmt wird. Der grösseren E fachheit wegen werde angenommen, dass die Kraft unmittel in C wirke, wobei also das Verhältniss des Hebelarmes zu CA, wodurch übrigens die Kraft beträchtlich vermehrt w den kann, ganz unberücksichtigt bleibt. Es sey demnach in C senkrecht auf AC wirkende, durch Cm bezeichnete K $=P$; die Länge des Oberschenkels $AC=a$; des unteren Sch kels $CD=b$; der Abstand $AD=c$; der Winkel $DCB=$ der Winkel $ADC=\gamma$, so lässt sich der Nutzeffect K als Function von P, a, b, α ausdrücken. Es ist nämlich di verticaler Richtung mit AD parallel wirkende Kraft

$$K=Cr=Cp.\cos.\gamma,$$

$$Cp=\frac{P}{\sin.\alpha},$$

$$\sin.\gamma=\frac{a\sin.\alpha}{c},$$

$$c^2=a^2+b^2+2ab\cos.\alpha.$$

1 Philos. Trans. 1829. p. 1. Poggendorff Ann. Bd. XVI. S.

Durch Combination dieser Gleichungen erhält man

$$K = \frac{P.\cos.\gamma}{\sin.\alpha} = P\sqrt{\frac{1}{\sin.^2\alpha} - \frac{a^2}{c^2}}$$

$$= \frac{P}{\sin.\alpha}\frac{(b + a\cos.\alpha)}{\sqrt{b^2 + a^2 + 2ab\cos.\alpha}}.$$

Man sieht hieraus, dass die Wirkung im umgekehrten Verhältniss des Winkels α wächst und beim Verschwinden desselben unendlich werden würde, in welchem Falle dann aber gar keine Bewegung statt finden könnte. Bei einem Winkel von 90° würde die Presse keinen anderen Nutzeffect geben, als welcher durch die Verlängerung des Hebelarmes CB von selbst entsteht. Zugleich ergiebt sich, dass die Presse zunehmend stärker wirkt; denn je mehr das Volumen des gepressten Gegenstandes geringer wird, desto mehr nimmt der Winkel α ab und die Kraft der Pressung zu. Dagegen ist das Längenverhältniss der Schenkel a und b von keinem wesentlichen Einfluss, und man wird daher a allezeit kleiner wählen, um dadurch einen längeren Hebelarm CB zu erhalten.

Meistens gebraucht man diese Maschinen zu Siegelpressen, indess lassen sie sich auch für andere Zwecke einrichten, nur möchte ich statt der von FECHNER vorgeschlagenen Verstärkung der auf das Ende B der Stange wirkenden Kraft einen Mechanismus empfehlen, um die Stange CD in Absätzen leicht zu verlängern, so wie der Gegenstand mehr zusammengepresst ist, um hierdurch zugleich den Winkel α sehr klein zu erhalten.

Princip. mechanisches der kleinsten Wirkungen. VI. 1496. 1576. der Gleichheit des hydrostatischen Drucks nach allen Richtungen. 1500. der Gleichheit der Kräfte. 1518. 1526. der Erhaltung der Bewegung des Schwerpuncts. 1572. der Erhaltung der Flächen. 1573. der lebendigen Kraft. 1574. der Coexistenz der kleinen Oscillationen. 1577. der virtuellen Geschwindigkeit. I. 945. IV. 1359. VI. 1491—1496. 1527. 2319. X. 2413.

Prisma. VII. 927. Lichtbrechung durch dasselbe. I. 1149. das einfache. VII. 928. farbige Sonnenbilder, die es erzeugt. 934. das achromatische. 940. ROCHON's Diasporometer. 943. Geschichtliches über das Prisma. 943. NEWTON's reflectirendes. IX. 222. Vergl. **Camera lucida.** II. 24.

Zus. E. WILDE[1] findet die beweisende Stelle in dem Bu-

1 Geschichte der Optik. Berl. 1838. Th. I. S. 315.

Digitized by Google

che des MARCI p. 95, wo es heisst: Colores iridis non in locis umbrosis et opacis apparent, quo nimirum lux pri ria non coincidit, quae huic simulachro colorato est pro inimica.

Prismenphotometer. S. **Photometer.**

Problem, Keppler'sches. I. 295. 297. X. 1580. Archimedeisches 1560. Alhazenisches. V. 1361. der drei Körper. VI. 1570. VII. 440. IX. 1314. Littrow'sches. IX. 702. X. 189.

Projection der Landcharten. VI. 101. stereographische Pol jection, Aequatorealprojection und Horizontalprojection. 103. orth phische. 104. VII. 431.

Protectoren der Schiffe gegen das Rosten des Kupfers. IV.

Prüfungsscheibchen, elektrisches. VIII. 944.

Pseudoblepsie. falsches Sehen. IV. 1421. VIII. 756. S. Seh

Psychrometer. S. **Hygrometer.** V. 594. 627. **Meteo logie.** VI. 1973. 1980.

Zus. Eine Anweisung zur Reduction des Psychrom auf das Hygrometer hat CRAHAY[1] gegeben, woraus ich entnehme, dass er auch eine Correction für die Temp der im benetzten Thermometer über der Kugel eingeschl nen Quecksilbersäule einführt, welche der der umgeb Luft, nicht aber der der benetzten Kugel gleich angenom wird. Das Thermometer muss hiernach etwas höher als es eigentlich sollte. Der Werth der deshalb erforderl Correction ist unbedeutend (und würde wohl noch ger seyn, wenn man auf die starke Wärmeleitung des Queck Rücksicht nehmen wollte, die demselben nicht gestattet, Temperatur der umgebenden Luft völlig anzunehmen), aber dennoch für absolute Genauigkeit beachtet zu wer

Pud. Russisches Mass. VI. 1349.

Puls. Einfluss der Elektricität auf denselben. III. 281—283.

Pulshammer. Franklin'sche Röhre. X. 1044.

Pulver. Bestimmung des specifischen Gewichts. IV. 1545. S pulver. VIII. 524. X. 263.

Pulvergas. Elasticität desselben. X. 2134.

Zus. **Pulverprobe** (Powder-Trier; Eprouv So nennt man kleine Apparate, die mit einer bestimmten Q tität Schiesspulver geladen werden, welches durch sein plosion eine durch eine starke Feder angedrückte Platt

---

1 Bulletins de la Soc. de Brux. T. XI. P. I. p. 212.

ektreibt. Durch die hierzu erforderliche Kraft lässt sich die ärke des geprüften Schiesspulvers messen. Einen solchen en Apparat beschreibt CASALI[1]; der beste ist der von ROBIN undene, welchen BEAUMÉ nur unvollkommen, HUTTON[2] aber nau beschrieben hat. Er ist ziemlich allgemein bekannt.

ersignale. VI. 13.
pe. VII. 947. Saugpumpen. 948. Druckpumpen und Hebungsmpen. 953. Brunnenpumpen. 957. Kolben derselben. 963. sonige Wasserhebungsmaschinen. 964. Wasserschraube oder Schnecke. 5. die deutsche. 966. Schöpfmaschine, Tympanum oder Trommel. 9. Noria und Paternosterwerk. 970. Kastenwerk und Radeimerschine. 971. Spiralpumpe. 972. hydraulisches Pendel. 974. verelfachende Hebermaschine und Mayer'sche Röhre. 975. ungarische aschine, Luftmaschine, Höll'sche Maschine. 976. Vergl. **Hydronamik.** V. 548. und **Wassersäulenmaschine.** X. 1252.
a. Ventilator in Ostindien. IX. 1635.
lle im Auge. I. 533.
e, chinesische. VIII. 668.
a. Schneesturm in Kamtschatka. VIII. 565.
olane. Puzzolanerde, vulcanisches Product. IX. 2269.
n. kleine griechische Elle. VI. 1242.
oder Pic. Aegyptische Elle. VI. 1235. 1238. S. **Mass.**
ometer. Dichtigkeitsmesser. I. 393.
eliometer POUILLET's. X. 197.
elektricität. S. **Elektricität.** III. 265. Vergl. **Turmalin.** IX. 1094. S. **Turmalin.**
merid. Felsart. III. 1086.
meter. Pyroskop. VII. 978. von MUSSCHENBRÖK. I. 560. von THOLD. 564. ältere uneigentliche und WEDGWOOD's. VII. 979. Thoncylindern. 982. GUYTON DE MORVEAU erklärt sich dage. 984. Prüfung mittelst eines von ihm erfundenen. 986. BROGNT's. 988. DANIELL's. 988. PETERSEN's. 994. Luftpyrometer. PRINSEP's Metallmischungen. 1009. POUILLET's. IX. 1014.
metrie. VII. 1010. war anfangs Thermometrie, bis auf WEDGD. 1012.
han. S. **Porosität.** VII. 883.
hor. VII. 1014. Bereitung des Homberg'schen. X. 254.
kop. S. **Differentialthermometer.** II. 535.
maragd. VI. 242.
enporphyr. Gebirgsart. III. 1087.

---

[1] Comm. Soc. Bonon. T. V. P. I. p. 345.

[2] Tracts. T. III. p. 153 ff.

Digitized by Google

Q.

Qabda. arabisches Mass. VI. 1239.
Qasab. ägyptisches Mass. VI. 1235. 1236. 1238.
Quadersandstein. Gebirgsart. III. 1090.
Quadrant der Erde, als Masseinheit vorgeschlagen. VI. 1261.
Quadrant, astronomischer. VII. 1014. feststehender oder be-cher; Mauerquadrant. 1015. TYCHO führt ihn ein, PICARD und ZOUT versehn ihn mit Fernröhren. 1016. beweglicher. 1017. Luftballons. I. 228.
Quadrantenelektrometer HENLEY's. III. 677.
Quadrate. magische. VI. 635. Methode oder Theorie der kl und ihrer Summen. I. 901. X. 1183. 1200. 1212. S. **Wahrscheinlichkeit.**
Quadratur. I. 402. der Curven. IX. 2104.
Quart. englisches Mass. VI. 1310. schlesisches. 1323. preu 1331.
Quartaut. französisches Mass. VI. 1285.
Quarter. englisches Mass. VI. 1310. schwedisches. 1337.
Quarz absorbirt Gase. I. 107. Quarzfels. Gebirgsart. III. 1081
Quassin. IX. 1712.
Quebrada. Einschnitte in Berge. IV. 1326.
Quecksilber. VII. 1019. und seine Verbindungen mit Sa 1020. mit Chlor. 1021. mit Brom, Schwefel und Cyan. 1 Metallen, die Amalgame. 1023. absorbirt keine Luft. I. 7 nicht durch Flor. 177. Ausdehnung desselben. 589. 597. S. **Ausdehnung.** erhöht nach BRUGNATELLI die elektrisch samkeit des Zinks. IV. 608. specifisches Gewicht. 1527 Reinigung desselben. VI. 1835. dessen Verdunstung. IX specifische Wärme. X. 805. latente Wärme. 846. Gefrier Elasticität des Dampfes. 1093. S. **Wärme.** Dichtigkeit de pfes. 1109. 1113.
Quecksilberpendel. II. 200. VII. 388. S. **Pendel.** — Q **silberphosphoren.** III. 291. **Quecksilberuhr.** I
Quelle. Brunnen. VII. 1023. Ursprung. 1024. MARIOTTE's Hy 1025. Gegner derselben. 1027. neuste Ansichten. 1032 durch Dampfniederschlag. 1038. anderweitige Hypothesen. Oertlichkeit der Quellen. 1045. unterirdische und zu Tage 1046. Bohrbrunnen. 1051. artesische. 1054. in China. 10 giebigkeit der Quellen. 1064. periodische. 1066. eigentlich mittirende. 1069. Temperatur derselben. 1075. IX. 271. T turverhältniss zur örtlichen. VII. 1078. Tabelle der Temp 1081. Thermen. 1085. Temperaturen der Salzquellen. 108 standtheile derselben. 1090. Mineralquellen. 1093. chemisch rente heisse. 1093. Säuerlinge. 1099. Eisensäuerlinge. 1101. salzthermen. 1104. alaunhaltige, natronhaltige, Bitterwasser, bersalzquellen. 1105. Schwefelquellen. 1106. salpeter-, kupfer

incrustirende. 1108. versteinernde und schwefelsäurehaltige. 1109. Naphtha-, Erdöl-, Bergtheer-, Asphalt-Quellen. 1110. Ursprung der Mineralquellen. 1114. Mineralgehalt der Carlsbader Quellen. 1117. organisch-dynamische, elektro-galvanische Hypothese ihrer Entstehung. 1118. Ursache der Hitze der Thermen. 1120. vorgebliches eigenthümliches Verhalten dieser Hitze. 1123. künstliche Nachbildung der Mineralquellen. 1124. heisse Quellen, namentlich Springbrunnen auf Island. IX. 2341. Visiren der Quellen. S. **Hydraulik.** V. 519.

Zus. Die auf die Quellen bezüglichen Erfahrungen sind cht unbeträchtlich vermehrt worden; es mögen indess nur folnde wenige Zusätze genügen. Von den eisen- oder schwelhaltigen heissen Quellen auf Sicilien haben nach Blanquière [1] : zu Aci 41°,25, die zu Termini 51°,25, zu Cefalu 49°,5, Soiacca 52°,5 C. Temperatur. Nach Herman [2] haben die ellen der Terekgruppe am Kaukasus eine Temperatur von °,25 bis 88°,75 C. und sind also heisser als die in der he des stets brennenden Aetna. Die hohe Temperatur solsie nach seiner Meinung von heissen Felsen im Innern der ge erhalten.

tal, metrisches. VI. 1272.
t, ägyptisches Mass. VI. 1236.

R.

. VII. 1125. Wagenrad. 1126. Regeln für deren Construction. 1129. eite der Felgen. 1131. Widerstand gegen ihre Bewegung. 1135. d an der Welle. 1137. Haspel. 1138. Winde und Kabestan. 1139. ahn. 1140. Göpel. 1141. Compensation des Seils. 1143. Tretd. 1144. Rad und Getriebe. 1147. Kronrad, Sternrad, konisches d. 1149. ungleiche Mengen der Zähne, Hunting Wheels. 1153. rm der Zähne. 1155. Ketten statt Getriebe. 1158. Wagenwinde. 60. Uhren. 1161. und deren Räder. IX. 1122. Arten der Hemmg. VII. 1164. Mühlräder. 1165. mechanisches Moment des Wasrs. 1166. Zusammenziehung der Wasserader. 1167. Wasserkraft. 68. unterschlächtige Mühlräder. 1170. oberschlächtige. 1174. r wasserhaltende Bogen. 1177. Kropfräder. 1181. Räder mit ver-

---

Briefe aus dem mittelländ. Meere u. s. w. Weim. 1822. S. 21.
Nouv. Mém. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou. T. II. S. 331. ergl. Versuch einer systematischen Uebersicht der Heilquellen des Reichs. Von Dr. Scherer. St. Petersb. 1820.

Digitized by Google

ticaler Axe. 1185. SEGNER's Rad oder BARKER's Mühle. 11
Vergl. **Mühle.**
Rad. elektromagnetisches BARLOW's. III. 567. elektrisches. VIII.
Radbarometer. HOOKE's. S. **Barometer.** I. 772.
Radeimermaschine. S. **Pumpe.** VII. 971.
Radius-Vector. VII. 1192.
Räucherungen gegen Miasmen. I. 478.
Ramme. VII. 1192. Rammklotz oder Rammbär, auch Bär ge
1193. Wirkung derselben. VIII. 1093. Kraftäusserung der Ar
bei derselben. V. 988. VII. 1194. Kunstrammen, Maschinens
werke. VIII. 1197. die Laufruthe. 1198. Tragkraft der Pfähle.
Rapilli. vulcanisches Product. III. 1102.
Rapport, magnetischer beim thierischen Magnetismus. VI. 1133.
Raseneisenstein. III. 159.
Rastern der Flüsse. VIII. 1217.
Rauchen der Berge. S. **Nebel.** VII. 20.
Rauhfrost, Rauhreif. S. **Reif.** VII. 1391. Vergl. **W**
X. 2275.
Raum, durchlaufener. I. 927. leerer. VI. 123. schädlicher de
pumpen. 536. 548. 581.
Rauschgelb. I. 399.
Rautenglas. S. **Polyeder.** VII. 874.
Reaction. S. **Gegenwirkung.** IV. 1192.
Reactions-Dampfmaschinen. S. **Dampfma**
II. 418.
Reagentien. VII. 1211.
Realgar. I. 399.
Rechnung, cyklische. II. 259.
Reciprocationspendel. Reciprocation des Pendels. VIII.
Rectascension. S. **Aufsteigung.** I. 522.
Rectification des Meridiankreises. S. **Meridiankre**
1791. der Curven. IX. 2099.
Reduction. der Ekliptik auf den Aequator. I. 525. der B
scalen. 893*. der Thermometerscalen. IX. 905. der Metalle.
Reflexion. S. **Zurückwerfung.** X. 2438. und **Undul**
IX. 1304. 1407.
Refraction der Lichtstrahlen. S. **Strahlenbrechung**
1115. und **Undulation.** IX. 1304. 1408. der Wärmestrahl
580. Refractionsindex. IX. 1308. Refractionsquadrant. VI.
Refractor. S. **Fernrohr.** IV. 141. und **Teleskop.** IX
Regen. VII. 1212. Entstehung aus dem Wasserdampfe der Luf
bei heiterem Himmel. 1219. Substanzen, die beim Regen her
1220. Salzgehalt. 1221. Thierregen. 1224. Früchteregen
Schwefelregen. 1229. Staubregen. 1231. Grösse der Tropfen
Stärke des Regens im Allgemeinen. 1237. Abhängigkeit
Höhe. 1242. der geographischen Breite. 1249. Oertlichkeiten
von den Winden. 1265. mittlere Windrichtung und zugehörig

genmenge. 1269. Einfluss der Jahreszeiten. 1272. tabellarische Zusammenstellung der Regenmengen nach den Jahrszeiten. 1276. Veränderlichkeit der Regenmengen. 1299. Tabelle der Regenmengen verschiedener Orte. 1309. elektrische Beschaffenheit des Regens. 1317. VI. 485. Nachtrag s. **Meteorologie.** VI. 2029. Regen bei heiterem Himmel. 2029. beigemengte Substanzen und herabfallende Thiere. 2030. Regenmengen. 2031. periodische Regen. 2032. Abnahme der Regenmenge mit der Höhe. 2036. Unterschiede der einzelnen Jahre. 2038. Tabelle der Regenmengen. 2041.

Zus. Das Herabfallen der Regentropfen aus ganz heiterem mmel am 21. April 1842 beobachtete BODSON DE NOIRFONTE[1], und ebenso sah WARTMANN[2] zu Genf am 31. Mai bei lig heiterem Himmel und hellem Mondscheine Regen herab-en. Die Wärme betrug 18°,5 C. Nach MUSSCHENBROEK hat erdings v. HUMBOLDT[3] die Aufmerksamkeit auf dieses Phä-en gelenkt, ebenso BEECHEY, welcher es auf offener See achtete. Der gegebenen Erklärung, dass solche Tropfen geschmolzenen Eispartikeln herrühren, tritt ARAGO[4] bei. Fälle, dass in grösserer oder geringerer Entfernung Wol-am Himmel sind, von denen der Regen durch den Wind eigeführt wird, sind häufiger. Einen solchen nicht unbe-tlichen Regen beobachtete WARTMANN[5] am 9ten August ads.

Ueber das Regnen heterogener Substanzen sind eine Menge piele, hauptsächlich in französischen Zeitschriften, bekannt acht; da aber die Thatsache einmal constatirt und die Ur-e nicht zweifelhaft ist, so mögen folgende wenige Fälle träglich genügen. Nach der Erzählung des Majors HAR-[6] fielen zu Madras im Jahre 1775 eine Menge Fische end eines Sturmes vom Himmel, zum Theil auf die Hüte Soldaten. Am 24. März 1840 fiel zu Rajket in Ostindien einem dort gewöhnlichen Sturme ein Regen von Frucht-rn herab, wovon SYKES durch den Capitain ASTON Proben lt. Die Körner waren unbekannt, man glaubte aber, dass iner Art *spartium* oder *vicia* zugehörten. Dahin dürfte

Compt. rend. T. XIV. N. 18. p. 663.
L'Institut. 6me Ann. N. 233.
Relat. histor. T. III. p. 317.
Annuaire p. 1836. p. 281.
Compt. rend. 1837. T. II. p. 549.
L'Institut. 9me Ann. N. 391. p. 217.

Digitized by Google

denn auch das Regnen des Bohnerzes zu Iwan in Ungarn 10. August 1841 zu rechnen seyn [1], obgleich dieses Fossil selbst örtlich vorhanden ist und daher auf jeden Fall nicht von weitem herbeigeführt worden seyn konnte [2].

Ueber die Oertlichkeiten des Regnens ist nachzutragen, die Annahme, als ob es in Aegypten gar nicht regne, dem übereinstimmenden Zeugnisse der neuesten Reisenden nicht bestätigt. Allerdings ist der Regen in Unterägy selten und fehlt zuweilen Jahre lang ganz, in den oberen T len dagegen giebt es einzelne, mitunter sehr heftige Re schauer, bis man weiter südlich in die Region der periodi Regen kommt. Nach DENHAM [3] regnet es westlich von M zuck in fünf bis neun Jahren der Regel nach gar nicht, weilen aber ausnahmsweise so stark, dass Giessbäche von Anhöhen herabstürzen. In Asien, wie OLIVIER [4] berichtet, len die Gebirge des Taurus die Regenwolken anhalten Niederschläge bewirken, vor den Gebirgen dagegen, in G und Mesenderan bis zum persischen Meerbusen, von den gebungen der Seen Van und Urmiah bis in das Land Kurd soll eine solche Trockenheit herrschen, dass selbst kein T fällt und keine Wolken sich zeigen. Dagegen berichtet ZEL [5], die Regen seyen in Ghilan unter 37° n. B. im g Jahre so häufig, namentlich vom September bis Januar, man die Wege nicht passiren könne, weil sie an ma Stellen in Teiche verwandelt würden. Es scheint daher, die Reisenden nach ihren Beobachtungen in einzelnen Ja zeiten allgemeine Regeln aufstellen. Dass es am pers Meerbusen häufig und sehr heftig, oft in Strömen regne, stätigt auch CHARDIN [6]. An der Küste Peru's, namentlich Arica bis Cape Blanco, eine Länge von 16 Breitegraden net es allerdings überall nicht, weil die stets aufsteig Dünste zu nahe über der Erde bleiben, wenn kein Wi

---

1 Allg. Zeit. 1841. N. 293.
2 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 442.
3 Beschreibung der Reise und der Entdeckungen im nördliche mittleren Africa. Weim. 1827. Th. I. S. 37.
4 Voyage en Perse. T. III. Cah. 7. p. 17.
5 Kunde von Ghilan und Mesenderan. Weim. 1822. S. 241.
6 Voyage. T. IX. p. 228.

gführt und in eine höhere und kältere Region treibt. Es rd dieses auch durch STEVENSON[1] bestätigt[2].

Man nimmt an, dass in Europa die Regenmenge am Tage irker sey, als bei Nacht, nach BOUSSINGAULT[3] in Gemässheit r unweit Marmato angestellten Messungen scheint unter den open das Gegentheil stattzufinden, denn er erhielt

1827	am Tage	bei Nacht	zusammen	
October	3,4	15,1	18,5	Centim.
November	1,8	20,8	22,6	—
December	0,8	15,3	16,1	—

enderselbe bemerkte, dass in der tropischen Zone die Remenge an höher gelegenen Orten geringer ist, statt dass den Tyroler- und Schweizeralpen die Masse der hydrometischen Niederschläge grösser ist, als im südlichen Frankh unter gleichen Breiten. Es fielen nämlich zu Marmato r 5° 27′ n. B., 5h 11′ w. L., 1426 Met. Höhe und zu -Fé-de Bogota unter 4° 35′ n. B., 5h 6′ w. L., 2641 . Höhe:

	Marmato		Bogota	
	1833	1834	1807	
Januar	8,1	1,8	6,6	
Februar	12,2	5,4	1,7	
März	22,1	5,5	0,6	
April	10,2	17,9	6,0	
Mai	27,9	22,4	15,3	
Juni	23,6	33,4	7,9	
Juli	—	7,8	9,5	
August	—	2,5	12,3	
September	5,1	13,2	1,8	
October	9,4	25,7	12,7	
November	33,3	17,8	9,5	
December	2,5	17,8	16,4	
	154,4	171,2	100,3	Centim.

Reisen in Arauco, Chile, Peru und Columbia. Weim. 1816. S. 102.
Eine reiche Nachlese zu den Bestimmungen der Regenverhältnisse verschiedenen Orten auf der Erdoberfläche bietet eine gelehrte lung FOURNET'S: Recherches sur la disposition des zones sans des deserts. 1844.
Poggendorff Ann. Bd. VII. S. 258.

Digitized by Google

also im Mittel für Marmato 59 Zoll 11 Lin. und für Bo
37 Z. Noch auffallender zeigt sich der Einfluss der Oert
keit auf der Insel Guadeloupe, wo überhaupt die Regenm
grösser seyn muss, als im Wörterbuche angegeben
wenn nicht jene Bestimmung für einen anderen Ort auf der
Insel gleichfalls richtig ist. Nach COURLET DE VRÉGILLE[1]
die jährliche Regenmenge zu Basse-Terre nahe bei der
und in geringer Erhebung über dieser und zu Matouba i
nern der Insel am Fusse von Bergen mit Urwaldunge
27. Aug. 1827 bis Ende Juli 1828:

	Basse-Terre	Matouba.
Januar	0,478	1,004
Februar	0,245	1,710
März	0,054	0,259
April	0,117	0,334
Mai	0,290	0,841
Juni	0,423	0,613
Juli	0,514	1,094
August	0,180	0,541
September	0,370	0,451
October	0,190	0,575
November	0,150	0,543
December	0,220	0,460
	3,231 Meter	7,425 Meter

Also zu Basse-Terre 9,66 par. Fuss oder 115,92 Z
zu Matouba mehr als das Doppelte, nämlich 22,85 pa
oder 274,2 Zoll. Die letztere Grösse übertrifft alle i
terbuche angegebene bedeutend, ist aber dennoch n
grösste auf der Erde, denn nach SYKES[2] fielen zu M
leshwar unter 17° 58′ 53″ n. B., 73° 29′ 50″ östl. L
4220 par. Fuss über dem Meere folgende Regenmenge

Januar	0,00	Juli	118,60
Februar	0,25	August	75,91
März	0,00	September	65,97
April	0,00	October	9,29
Mai	0,16	November	0,00
Juni	32,03	December	0,00

1 Compt. rend. T. VII. p. 743.
2 Bibl. univ. de Genève. T. XXVIII. p. 407.

Digitized by Google

also im Ganzen 302,21 engl. Zoll oder 283,32 franz. Zoll. Der Ort liegt am westlichen Abhange der Ghats oder Ghauts-Gebirge, unfern der Quelle des Kistnah-Flusses. POGGENDORFF[1] stellt zur Vergleichung diese mit andern Regenmengen zusammen. Für Bombay, was nicht weit von Mahabuleshwar und dicht am Meer liegt, giebt er 75,6 franz. Zoll, für Anjarakandy dagegen, was schon am Fuss des Gebirges liegt, nahe 116 franz. Zoll, Punah aber, jenseits des Gebirges auf der Hochebene Indiens, hat nur 21,98 franz. Zoll. Merkwürdig ist die in kurzer Frist fallende Menge der tropischen Regen. Nach PEMBERTON[2] fielen zu Arracan im J. 1825 zwischen den Monaten Juni bis October 184,85 franz. Z. und zu Charra-Punji in den Kossiyah-Gebirgen ungefähr unter 25° 10′ n. B., 92° östl. L. v. G. in den Monaten Juni, Juli, August und September sogar 211 franz. Z. Regen. Nach FREYCINET[3] beträgt die sehr schwankende Regenmenge zu Port-Louis auf Isle de France 29,25 bis 75,41 Zoll in 79 bis 129 Regentagen, nach genauen Messungen in den Jahren 1841 und 1842[4] betrug die Regenmenge im ersteren Jahre 36 Z. 6,2 Lin., im zweiten 24 Z. 4,1 Lin. Merkwürdig dabei ist, dass die Verdunstungsmenge in beiden Jahren grösser angegeben wird, nämlich 54 Z. 7,4 Lin. im ersten und 52 Z. 2,3 Lin. im zweiten Jahre. Ausnahmsweise haben Orte unter höheren Breiten zuweilen ungewöhnliche Regenmengen. So betrug[5] zu Brüssel, wo seit 1833 binnen 24 Stunden nie mehr als 1 Zoll 10,28 Lin. Regen fielen, am 4ten Juni 1839 bei einem Gewitter die Regenmenge binnen 3 Stunden 3 Z. 2 Lin.

Die Thatsachen über wechselnde Regenmengen lassen sich noch durch folgende vermehren[6]. FLEURIEAU DE BELLEVUE fand zu Rochelle, dass die Regenmenge in den letzten 8 Jahren bis 1842 grösser war, als im Mittel aus 42 früheren Jahren, und zwar wegen Zunahme der Herbstregen. Ebendieses

---

1 Dessen Ann. Ergänzungsbd. S. 369.
2 Journ. of the Geogr. Soc. T. VIII. p. 391.
3 Voyage. T. I. p. 367.
4 BOUTON in Rapports sur les travaux de la Soc. natur. de l'Isle Maurice etc. 12me et 13me Rapp. Maurice 1843.
5 L'Institut. 7me Ann. N. 286. p. 206.
6 Ebend. 12me Ann. N. 535. p. 109.

beobachtete Al. Perrey zu Dijon, denn es war daselbst in 23 Jahren von 1763 bis 1785 das Mittel 660,79 Millim. und dabei das Maximum von 899,08 Millim. im Jahre 1770, das Minimum von 478,85 Millim. im J. 1784. Dagegen war in den 5 Jahren von 1838 bis 1842 das Mittel 750,1 Millim. und dabei das Maximum von 909,00 Millim. im Jahre 1841, das Minimum von 527,00 Millim. im Jahre 1842.

Regen, elektrischer. S. **Elektricität.** III. 207.

Regenbogen. VII. 1318. Beschreibung und Theorie beider Regenbogen. 1318. Mondregenbogen und farblose im Nebel. 1319. in ungewöhnlicher Lage. 1327. Nebenbogen an der innern Seite des Hauptregenbogens. 1329. Meinungen über das Entstehn. 1335.

Zus. In südlichern Gegenden sind farblose Regenbogen nicht selten, wie sich aus den mitgetheilten Beobachtungen von Niebuhr, St. John [1] und Sykes [2] ergiebt. Genaue Messungen der Regenbogen mit Beziehung auf frühere ähnliche Untersuchungen hat Galle [3] mitgetheilt.

Regenbogenhaut. S. **Auge.** I. 533.

Regenmass. Regenmesser, Hyetometer, Ombrometer, Udometer. VII. 1340. verschiedene Form. 1343. selbstregistrirendes. 1350. Horner's. 1353. Vergl. VI. 1989.

Zus. Es sind zwei neue selbstregistrirende Regenmesser bekannt geworden, eins von Donovan [4], welches nur ein modificirtes Taylor'sches und noch complicirter als dieses ist, und das andere von Mohr [5]. Letzteres, Ombrometrograph genannt, beruht auf dem Princip des künstlichen Tantalus- oder Vexirbechers. Das aufgefangene Regenwasser fliesst aus einer gebogenen Röhre in eine Röhre, welche in die mittlere Oeffnung einer Woulfe'schen Flasche so gesteckt ist, dass die in letzterer enthaltene Luft neben den Wandungen beider Röhren entweichen und die Flasche ganz mit Wasser gefüllt werden kann. Ist dieses geschehen, so entfernt sie sich ganz durch den zu fliessen beginnenden Heber in einen Becher mit einem gleichfalls sich selbst füllenden Heber. Das Gewicht dieses Bechers drückt einen Hebelarm nieder, an welchem ein

Fig. 40.

1 Lives of celebrated travellers. T. III. p. 121.
2 Philos. Trans. 1835. P. I. p. 194.
3 Poggendorff Ann. Bd. LXIII. S. 342.
4 Dublin philos. Journ. N. II. p. 285.
5 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 310.

Sperrkeil in ein Rad mit schrägen Zähnen greift, dieses um einen Zahn fortschiebt und somit die Zahl der Entleerungen der ersten Flasche misst. Der Hebelarm bewegt zugleich eine Stange, welche beim Niedersinken des Bechers einen Hahn umdreht, um das Zuflussrohr abzusperren, und erst dann wieder zu öffnen, wenn Flasche und Becher durch ihre Heber gänzlich entleert sind.

Der Apparat ist, wie man aus dieser Beschreibung und noch deutlicher aus der Zeichnung ersieht, sinnreich construirt, doch scheint er mir folgenden Fehlern zu unterliegen. Der complicirte Mechanismus des Räderwerks, welchen Mohr dem Taylor'schen (und Horner'schen) vorwirft, ist nach meinen Erfahrungen keineswegs hinderlich, schwierig dagegen dürfte es seyn, die für diesen neuen erforderlichen Gewichte gehörig zu balanciren, namentlich um den Hahn jederzeit gehörig zu öffnen und zu schliessen, da in beiden Fällen, wenn dieses nicht stattfände, gar keine Messung möglich wäre. Da aber der Hahn der freien Luft und dem Regen, so wie dem stets in der Atmosphäre schwebenden Staube ausgesetzt ist, wenn man ihn nicht überbauen und dadurch das Ganze noch complicirter machen will, da ferner Trockenheit und Nässe, Kälte und Wärme abwechselnd auf ihn wirken, so dürfte er leicht zu schwer beweglich werden, als dass das Uebergewicht des Wassers im Becher ihn zu öffnen oder dessen Gegengewicht ihn zu schliessen vermöchte. Ist vollends das Regenwasser, wie immer, etwas unrein, namentlich durch Substanzen, die in das Auffangegefäss fallen, so kann sich leicht etwas Schmutz zwischen seine Wandungen drängen und seine Beweglichkeit vermindern. Wählt man eine weite Durchbohrung desselben, so muss er selbst grösser und somit schwerer beweglich seyn, eine enge Durchbohrung desselben könnte aber verursachen, dass sich die Oeffnung mit Schmutz verstopfte, welchen das Wasser stets mit sich führt, selbst wenn das Auffangegefäss mit einem feinen Seiher versehn ist. Ein Hauptfehler, welcher den gemeinen Regenmessern zum Vorwurf gereicht, haftet an diesem gleichfalls, nämlich der der Verdunstung aus dem Gefässe A, wenn dieses nach einem Regen nicht ganz gefüllt ist und dann anhaltende Trockniss eintritt. Der Raum zwischen den beiden Röhren d darf nicht zu eng seyn, denn sonst könnte das Wasser zwischen beiden anhängen und überfliessen, ohne dass

Digitized by Google

der Heber zu fliessen begänne, bei grösserem Zwischenra
ist aber die Verdunstung unvermeidlich. Bei schwachen R
gen endlich kann leicht das Wasser im Heberschenkel b tr
pfenweise herabfallen, ohne dass der Heber fliesst, hierdu
könnte der zweite Becher so schwer werden, dass er, oh
das Fliessen seines Hebers, herabsänke und den Hahn schli
wodurch dann der ganze Apparat zum Stillstehn käme. D
Heberende b muss in das Zinkgefäss herabgehen, in welch
sich der Messapparat befindet, denn sonst würden unsch
Thiere hineinkriechen und ihn verstopfen. Mohr ver
chert, den Apparat durch die Erfahrung erprobt gefunden
haben, welcher übrigens in einem Keller aufgestellt ist, w
durch allerdings der grösste Theil der gemachten Aussta
namentlich der Verdunstung und des leichten Festklemmens d
Hahns, ganz oder theilweise beseitigt wird.

Der Horner'sche Regenmesser würde allen billigen For
rungen genügen, da das Zeigerwerk, wenn gut gemacht,
in Unordnung kommt und die Feinheit der Messung sehr
ist, sofern bei einem Auffangegefässe von etwa 15 Z. S
Schiffchen etwa 200 Mal für 1 Zoll Wasserhöhe eine
Oscillation macht und somit 0,005 Z. Regenhöhe ge
werden kann. Allein die Ausgussröhre muss eine feine Oe
haben, die sich dann leicht verstopft. Um diesem zu begeg
dient ein genau schliessender Seiher mit sehr feinen Löch
oder aus Kupferdraht geflochten und eine etwa 1 Zoll ü
ihm im nach unten konischen Auffangegefässe liegende G
scheibe, an deren Rändern, die nicht absolut genau ans
sen, das Wasser leicht herabfliesst. Nicht leicht verm
ist dagegen ein anderer Fehler. Bei starkem Regen h
sich das Wasser in dem Auffangegefässe und es fliesst da
gleichen Zeiten eine grössere Menge Wasser durch das R
chen. Weil aber die Zeit einer Oscillation des Schiffchens
stets gleich bleibt, so wird in diesem Falle während des U
schlagens, bis das scheidende Blech auf die andere Seite d
Einflussröhrchens gelangt, mehr Wasser in die jedesma
Abtheilung fliessen und somit werden weniger Oscillationen
gleichen Regenhöhen gehören. Dieser Fehler ist so bedeute
dass ich aller angewandten Mühe ungeachtet bei einem solch
Regenmesser die Zahl der einer gegebenen Regenhöhe zug
hörigen Oscillationen nur annähernd bestimmen konnte.

Diesemnach dürfte dem gewöhnlichen Regenmesser, einem weiten Auffanggefässe, aus welchem das Wasser der Verdunstung wegen durch ein enges Rohr in ein unteres kleineres, die Höhe um 4 bis 10 Mal vermehrendes, verschlossenes Gefäss abfliesst, der Vorzug gebühren. Das untere Gefäss wird zweckmässig im Boden mit einer Düte versehen und in diese eine doppelt rechtwinkelig gekrümmte Glasröhre gesteckt, deren äusserer vertical aufstehender Schenkel eine Scale zum Messen der Wasserhöhe im Gefässe enthält und durch deren Ausziehn man zugleich dieses Gefäss ausleeren kann.

Regenwasser. VI. 2030. VII. 1220. enthält salzsauren Kalk. I. 474.

Zus. Weitere Untersuchungen über die heterogenen Substanzen, die man im Regenwasser gelöst oder ihm beigemengt findet, hat WITTING[1] angestellt.

Regenzeit. S. **Jahreszeiten.** V. 680. und **Klima.** 872.

Regulator. VII. 1361. der Dampfmaschinen. II. 471. VII. 404. Centrifugalregulator oder Governor. 1362. sonstige Regulatoren. 1365.

Reibung. Friction. I. 971. III. 68. VII. 1366. gleitende. 1367. Bestimmung durch die geneigte Ebene. 1369. Grösse nach Versuchen. 1371. ist von der Geschwindigkeit nicht abhängig. 1376. Frictionsrollen. 1378. wälzende Reibung. 1380. mit Rotation verbundene. 1384. Reibung der Seile. 1388. erzeugt Elektricität. III. 259. und Wärme. X. 215.

Zus. Um die für die Bewegung der Locomotiven auf Eisenbahnen erforderliche Kraft genauer zu bestimmen, haben WOOD, MORIN und PAMBOUR Versuche in grosser Menge und mit vorzüglicher Sorgfalt angestellt, aus denen sich der Reibungscoefficient ergiebt[2]. Ein nicht wohl bestimmbarer und bei entgegenwehendem Winde nicht unbedeutender Widerstand ist der der Luft. Wird dieser nicht mitgerechnet, so kann die rollende oder wälzende Reibung der Räder = 0,00032 der Last angenommen werden, die gleitende Reibung der Büchsen an

---

1 Archiv des Apothekervereins. Th. XI. Hft. 1. Th. XIV. Hft. 1.

2 MORIN Nouvelles expériences sur le frottement, faites à Metz en 1832. 1833. Par. 4. deuxième Mémoire. 1834. troisième Mémoire. 5. 4. Lehrreiche Abhandlungen, worin zugleich ausführliche Tabellen für die Reibungscoefficienten bei verschiedenen Körpern und unter abgeänderten Bedingungen enthalten sind. — Traité théorique et pratique des machines locomotives etc. par le Comte F. M. G. DE PAMBOUR. 3me éd. Par. 1843.

Digitized by Google

den Axen dagegen mit Anwendung der Schmiere bestim
MORIN = 0,054, bei welcher Grösse man der Sicherheit w
gen stehn bleibt. Uebrigens fand MORIN unter günstigen B
dingungen bei metallenen Büchsen und guter Schmiere die
Coefficienten nur = 0,035 und PAMBOUR im Mittel = 0,049.
hiernach ein Beispiel zu berechnen, sey in englischem M
und Gewichte das Gewicht der Locomotive = 3,9 Tonnen,
den Wagen = 4,75 Tonnen zu 2240 engl. Pfund; der D
messer der Räder = 36 Zoll, der Axe oder Radbü
= 1,875 Zoll und der Reibungscoefficient 0,054, so hat

$$3,9 \times 2240 \times 0,054 \; \frac{1,875}{36} = 24,57 \text{ ℔}$$

$$4,75 \times 2240 \times 0,00032 \qquad = 3,40 \text{ ℔}$$

$$\text{Summe} = 27,97 \text{ ℔}$$

also die Reibung für jede Tonne $\frac{27,97}{4,75} = 5,89$; Verhältni

Reibung zur Last $= \frac{5,89}{2240} = \frac{1}{380}$. Wollte man de
PAMBOUR gefundenen Reibungscoefficienten annehmen, so wi

diese Grösse $= \frac{1}{414}$ seyn. Hieraus ergiebt sich, das

zum Fortschaffen der Lasten auf Eisenbahnen nur den 38
Theil der Last als Kraft gebraucht; woraus dann aber
gleich folgt, da man für kleine Winkel diese statt der S
setzen kann, dass bei einer Steigung von 1 Fuss auf 38
Länge man schon die doppelte Kraft anwenden müsse.
Widerstand X. 1836.

Reibungselektricität. S. **Elektricität.** III. 235 f
fluss auf unmagnetisirten Stahl. 545. chemische Wirkungen d
ben. IV. 770. erregt Magnetismus. 787.
Reibungswinkel. S. **Ebene.** III. 68.
Reibzeug, elektrisches. III. 237. der Cylindermaschinen. 423.
Scheibenmaschinen. 437.
Reichskalender. S. **Kalender.** V. 828.
Reif. VII. 1390. Rauhreif, Rauhfrost. 1391.
Reissblei. S. **Graphit.** III. 162. V. 907.
Reiz. Reizprocess, galvanischer. IV. 702.
Repulsion. S. **Abstossung.** I. 120.
Residuum bei elektrischen Flaschen. IV. 381. 411.
Resonanz. VIII. 275.
Respiration. S. **Athmen.** I. 420.

Retina. Nervenhaut. S. **Auge.** I. 541.
etinit, Retinasphalt. III. 1112.
ettungsboot. VIII. 687.
everberen. I. 1221. VI. 60.
eversionspendel. S. **Pendel.** VII. 312.
evolution. Umlauf, Umlaufszeit. IX. 1213.
habdomantie. S. **Wünschelruthe.** III. 778. V. 1013.
heometer. S. **Multiplicator.** VI. 2477.
heophor. VI. 695.

Zus. **Rheostat** ist ein von WHEATSTONE erfundener Apparat, welcher bestimmt ist, die Stärke der galvanischen Ströme zu messen und diese dauernd gleich zu erhalten. Dasselbe hat grosse Aehnlichkeit mit dem von JACOBI erfundenen Voltagometer oder Agometer und WHEATSTONE bediente sich desselben bei seinen bereits erwähnten Intensitätsmessungen der elektrischen Ströme[1]. Der durch seine Bequemlichkeit und geringere Kostbarkeit vor dem Agometer sich auszeichnende Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei 6 Z. langen und ,5 Z. im Durchmesser haltenden Cylindern, dem einen von Messing, dem andern von Holz, welche einander parallel und horizontal jeder um seine Axe mittelst einer Kurbel drehbar auf einem gemeinschaftlichen Gestelle befestigt sind. Der hölzerne Cylinder hat auf 1 Zoll 40, also im Ganzen 240 Schraubenwindungen, in welche ein 0,01 Z. im Durchmesser haltender Messingdraht gewunden ist, statt dessen man besser Neusilber wählen würde, um einen noch schlechteren Leiter zu haben. Am einen Ende ist dieser Cylinder mit einer Messingscheibe versehen, an welcher das eine Ende des Drahtes festsitzt und gegen welchen eine Metallfeder drückt, die zugleich zur Leitung des elektrischen Stromes dient. Der Draht ist dann in den Schraubenwindungen um den ganzen Cylinder gewickelt und somit isolirt; sein anderes Ende aber ist am Messingcylinder befestigt, gegen welchen am entgegengesetzten Ende gleichfalls eine Metallfeder drückt, um die Fortleitung des Stromes zu vermitteln. Dreht man den Messingcylinder mittelst einer Kurbel um seine Axe, so wickelt sich der Draht an diesen auf und um ebenso viel vom hölzernen Cylinder ab, durch Undrehung des hölzernen Cylinders nach der entgegen-

1 Philos. Trans. 1843. P. II. Daraus in Poggendorff Ann. Bd. LXII. 99.

Digitized by Google

gesetzten Seite wird der Draht wieder aufgewunden, und m kann also den elektrischen Strom durch eine beliebige Stre des um den hölzernen Cylinder gewickelten, also isolirt Drahtes leiten, dessen Länge durch eine seitwärts befindlic Scale und für Theile einer Umdrehung mittelst der Theil auf der messingnen Scheibe gemessen wird.

Rhodium. VII. 1394.

Rhombus. FRESNEL's polarisirender. IX. 1513. 1517. 1546. 155

Richmann'sches Gesetz der mittleren Temperaturen der schungen. II. 288.

Ricochettiren auf Wasser. VIII. 1087.

Riechstoffe. durch Feuchtigkeit fortgeführt nach DE SAUSSU 112. IV. 1345.

Ring. Ausdehnung durch Wärme. I. 581. magnetoelektrischer Fa DAY's. VI. 1167.

Ringkugel. Armillarsphäre. VII. 1395. VIII. 915.

Röhre, Täuchel. für Wasserleitungen. VII. 1397. hydrostatisch setze für dieselben. 1399. Dicke der Röhrenwandungen. 1402 verschiedene Körper nach Theorie und Erfahrung. 1406. hyd sche und hydrodynamische Gesetze. 1411. Geschwindigke fliessenden Wassers. 1415. Menge des ausfliessenden Wassers Eiserne Wasserleitungen. 1419. bleierne. 1422. hölzerne thönerne. 1424. allgemeine Regeln; Probiren der Stärke, der mit selbstregulirendem Mechanismus. 1431. Spunde. 14

Zus. Eine gründliche Untersuchung des Einflusses Dicke der Wandungen auf die Haltbarkeit der Röhre PRECHTL[1] angestellt. Er zeigt hierin, dass es ungnügend den Druck bloss gegen die innere Wandung der Röhre zu rücksichtigen, sondern dass auch die Grösse der äu Wandung in Betracht komme und dass man dafür nich KÄSTNER[2] einen zwischen beiden liegenden inneren Ring nehmen könne. BARLOW[3] nimmt noch ausserdem Rück auf den Umstand, dass die Substanz der Röhre zusam drückt und ihre Weite dadurch vergrössert wird. Mir sc das im Wörterbuche gewählte Princip zur Lösung der Au genügend.

Nach D'AUBUISSON[4] gab die im Wörterbuche in der

---

1 Jahrb. des polyt. Instituts zu Wien. Th. IX. S. 43.
2 Hydrodynamik. Gött. 1797. S. 33.
3 Edinburgh Journ. of Sc. T. II. p. 293.
4 Ann. de Chim. et Phys. T. XLIII. p. 244.

merkung angegebenen Formel PRONY's, die auch EYTELWEIN annimmt, bei den Toulouser und Pariser Wasserleitungen ein um ein Drittel zu grosses Resultat.

öhre für Luftströmungen. S. **Pneumatik.** VII. 642.
öhre. Torricelli'sche. I. 759. 763. Mariotte'sche. IV. 1026. Mayer'sche. I. 266. VII. 975. X. 1285. Pitot'sche. VIII. 1180.
öhre. Eustachische im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1204. deren Verstopfung. 1204.
öhrenlibelle. S. **Nivelliren.** VII. 94. und **Wasserwaage.** X. 1271.
ömerzinszahl. II. 255.
oggenstein. Felsart. III. 1089.
oheisen. III. 157.
olle. Scheibe. VII. 1434. unbewegliche und bewegliche. 1435.
ollen der See. S. **Meer.** VI. 1735.
ollring bei Windmühlen. X. 2221.
ollsteine in den Flüssen. VIII. 1101.
osencampfer. IX. 1706.
se'sches **Metallgemisch.** Ausdehnung. X. 893. Schmelzen. 980.
ssmühlen. VII. 1159.
ssol, Seerossol. S. **Meer.** VI. 1704. Vergl. IX. 1735.
stpendel. S. **Compensation.** II. 199. 203. **Pendel.** VII. 390.
ation. der Erde um ihre Axe. III. 828. der Geschützkugeln. I. 24. VIII. 1091. der Körper überhaupt. IX. 1139.
ationsapparat. ERMAN's elektrischer. III. 551. STURGEON's. I. 2502. **Rotationsdampfmaschinen.** II. 431. **Rotationsgebläse.** IV. 1140. **Rotationsmagnetismus.** VI. 22. 733 ff. Vergl. **Magnetoelektricität.** 1182.

Zus. Ueber den Rotationsmagnetismus hat W. SNOW HARRIS[1] gehaltvolle Untersuchungen angestellt. Die Versuche achte er mit Scheiben und Ringen und suchte dabei die Einwirkungen auf die Magnetnadel auf allgemeine Gesetze zurückbringen.

theisenstein. S. **Eisen.** III. 159.
ckschlag. I. 1013.
ckstoss, Rückwirkung bewegter Flüssigkeiten. S. **Hydrodynamik.** V. 551. des explodirenden Schiesspulvers. 552.

Zus. **Rückstrom.** Nach DE LA RIVE findet ein solcher der geschlossenen Säule statt und der durch die Elektro- geleitete Strom ist bloss der Ueberschuss des letzteren

[1] Philos. Trans. 1831. P. I.

über den ersten, POGGENDORFF[1] widerlegt diese Hypoth
durch überwiegende Gründe.

Ruhe. Gegentheil der Bewegung. I. 914. 919. **Ruhewinkel**
Ebene, geneigte. III. 68.

Rundgemälde. S. **Panorama.** VII. 282.

Ruthe. ägyptische. VI. 1232. jüdische. 1237. preussische.
würtembergische. 1360. baiersche. 1365. badische. 1374.

Rutschen. Holzrutschen. III. 73.

S.

Saalband. III. 1103.

Sättigung. Zustand der Sättigung bei Dämpfen. II. 282. Sätt
punct bei Verbindungen. IX. 1882.

Säuerlinge, Sauerquellen. S. **Quellen.** VII. 1099.

Säule. Volta'sche, vervielfachte oder zusammengesetzte galv
Kette. IV. 824. Galvanische Batterie. VIII. 1. hydroelektrisch
deren Einrichtung. 2. vielplattige. 3. feuchte Leiter. 5. h
tale Säulen. 6. Zellenapparate. 8. Trogapparate. 12. K
rate. 17. 37. Kapselapparat. 18. Schüsselapparat. 20.
und FECHNER'S Gesetz. 23. Stärke des elektrischen S
Leitungswiderstand. 32. Wirkungen der Säule; Wärm
38. chemische Kraft. 45. physiologische Wirkungen. 56.
Figuren. 59. positive und negative. 60. elektrochemisch
gungen. 67. Magnete äussern darauf keinen Einfluss. 79. L
säule. 87. Geschichtliches. 87. Erscheinungen. 90. zusam
setzte Ladungssäulen. 98. Theorie derselben. 105. trocke
Zamboni'sche Säule. 115. Geschichtliches. 116. verschied
richtungen derselben. 120. Wirkungen; elektroskopische. 12
mische und physiologische. 130. Dauer ihrer Wirkung. 13
fluss äusserer Umstände auf dieselben. 133. Abhängigkeit
mosphärischen Einflüssen. 139. Theorie. 144. Anwendung
ben. 159.

Zus. Die Constructionen der Volta'schen Säulen sind
nehmend vermehrt und viele derselben gewähren ein sp
Interesse, weswegen es wichtig ist, das Wesentlichste hier
zutragen. FARADAY[2] bediente sich anfangs bei seinen
suchungen des Wollaston'schen Tragapparats, änderte
aber nach der von HARE[3] erfundenen Construction ab. Le

1 Dessen Ann. Bd. LVI. S. 353. Bd. LXII. S. 241.

2 Philos. Trans. 1835. P. II.

3 Annals of Philosophy. T. I. p. 329. Philos. Magaz. T.
p. 241.

steht aus einer gebogenen Kupferplatte k mit einem Streifen Fig. 42.
n einen Ende, an welchen bei l der Streifen einer Zinkplatte gelöthet ist. Die letztere befindet sich also zwischen zwei pferplatten und wird von den nahen Wandungen derselben rch kleine zwischengeschobene Korkstückchen getrennt. Die t ihrer Zusammensetzung ist aus der Zeichnung deutlich, Fig. 43.
muss jedoch bemerkt werden, dass die Kupferplatten durch ne Holzblätter, statt deren FARADAY dickes Papier wählte, trennt waren. HARE's Apparat bestand aus zwei gleichen ögen, deren äussere Wandungen in einem rechten Winkel ammengefügt waren und in deren einem sich die Platten, andern die Säure befand, so dass, wenn letzterer durch die hung einer gemeinschaftlichen Axe eine horizontale Lage elt, die Säure aus ihm in den ersteren floss und umgekehrt. Brauchbarkeit steht offenbar das Hinderniss entgegen, dass Metalle sich nicht reinigen lassen. Um die eine Seite des fers nicht unbenutzt zu lassen und das Papier oder Holz, ches doch sehr bald von der Säure durchdrungen und, wetens das Papier, zerstört wird, bog JAMES YOUNG[1] sowohl Zink- als auch die Kupferplatten gleichmässig, wie die hnung angiebt, zusammen, liess an ihnen einen Lappen l Fig. 44.
en, um durch diesen ihre Verbindung herzustellen, spannte sämmtlichen, zwischen einander geschobenen Platten in eihölzernen Rahmen und senkte sie in einen Trog mit re, in welche sie eingetaucht oder mittelst einer Schnur ihr in die Höhe gezogen werden konnten. Eine ähn- Construction wählte WARREN DE LA RUE[2]; um aber Wirkungen constanter zu erhalten, wandte er eine Son von Kupfervitriollösung als Flüssigkeit an. Der von . CALLAN[3] beschriebene Apparat wird genügend bezeichwenn man sagt, dass Wollaston'sche Tröge, 20 an der l, neben einander gestellt waren, die zu 2; 3; 4.... vert zur Herstellung einer einfachen oder zusammengesetzten e dienten. Diesen ähnlich sind die Säulen, die man mit zu medicinischen Zwecken bestimmten Inductionsappaen verbindet. Sie bestehen aus einigen Paaren gleich grosser

[1] London and Edinb. Phil. Mag. N. LXI. T. X. p. 241.
[2] Ebend. p. 244.
[3] Ebend. N. LVI. T. IX. p. 472.

Digitized by Google

Kupferplatten, zwischen deren jedes eine gleich grosse Zn platte mit zwei nassen Tuchscheiben geschoben wird. Je solches Element ist vom folgenden durch eine trockne Pa scheibe getrennt, und es lassen sich dann alle Kupfersche an einer Seite und alle Zinkscheiben an der anderen Seite einander zur einfachen, oder je zwei Kupferplatten mit nächsten Zinkplatte zur zusammengesetzten Kette mit ein verbinden. Erwähnt werden möge endlich noch, dass Des DEAUX[1] angiebt, gewöhnliche Wollaston'sche Trogapparate be ten ihre Kraft lange, wohl mehrere Tage ungeschwächt, wenn bei ihnen als Flüssigkeit eine gesättigte Lösung von schw saurem Zink mit einem kleinen Zusatze von schwefelsa Kupfer und Schwefelsäure anwende. Solche Säulen la sich auch zur Galvanoplastik anwenden, und man dürfe wenn die Kraft abnähme, wieder etwas schwefelsaures Ku und Schwefelsäure zusetzen.

Eine weit grössere Beachtung, als die so eben besch nen, fand BECQUEREL'S (unter diesem Namen bekannte) S wobei er zugleich den Anfang machte, die Flüssigkeiten d nen porösen Körper zu trennen und dadurch die Wirkung gere Zeit constant zu erhalten. Um die schon von VOLTA g ten zwei Hindernisse der Wirksamkeit der Säulen, den W stand der Flüssigkeiten und den aus der Polarisation der ten entstehenden Gegenstrom, zu beseitigen, wählte BECQU das Mittel, die Elektricität, welche durch die Verbindung Substanzen entwickelt wird, zur Zersetzung einer and verwenden. Er füllte daher eine 5 bis 6 Millim. weit röhre, die unten durch Thon, mit Aetzkali oder Aetznatr weicht, verstopft war, mit einem dieser Alkalien, senkte ein Glas mit concentrirter Salpetersäure, tauchte in die und das Gefäss einen Platindraht, und sah, nachdem die ihren oberen Enden verbunden worden waren, eine starke Gasentwicklung an dem in Aetzlauge stehenden. entwickelte Gas ist reines Sauerstoffgas, welches an der tiven Elektrode aufsteigt, während der Wasserstoff des ten Wassers an der negativen die Säure desoxydirt und

1 Compt. rend. T. XIX. p. 273.

2 Bibl. univ. T. LX. p. 215. Poggendorff Ann. Bd. XII S. 429.

ige Säure bildet, die sich in der Salpetersäure auflöst. Eine ähnliche, aus verdünnter Schwefelsäure, Kochsalzlösung und einem Sande in einer U-förmig gebogenen Glasröhre bestehend, ist AIMÉ[1] construirt.

Gleich nach der Bekanntwerdung dieser Säule wurde die Wirksamkeit derselben durch MOHR[2] bestritten, weil FARADAY[3] durch eine grosse Reihe Versuche, wobei namentlich auch Aetzkali und verdünnte Schwefelsäure durch Fliesspapier getrennt in Anwendung gebracht worden waren, gefunden haben wollte, dass durch den Contact einer Säure mit einem Alkali (wobei übrigens die Berührung der Metalle mit den Flüssigkeiten billig nicht unbeachtet bleiben durfte) kein elektrischer Strom erzeugt werden könne, indem hierzu eine chemische Zersetzung unerlässliche Bedingung sey. Controlirende Versuche führten diesem gemäss zu dem Resultate, dass eine Zersetzung der salpetrigen Säure stattgefunden habe und Salpetergas, worin gleichfalls ein glimmender Spahn sich entzünde, mit Sauerstoffgas verwechselt worden sey. Inzwischen fanden die Becquerel'schen Versuche sofort mehrere gewichtige Vertheidiger, welche ganz unabhängig von einander die Thatsachen einer genauen Prüfung unterwarfen. Der bedeutendste von beiden, M. JACOBI[4], construirte einen Apparat, bei welchem eine Glasröhre, deren unterstes Ende durch einen Cylinder aus weissem Thon mit Kochsalzlösung, worin etwas Kali zerlassen war, verstopft, oben mit Kalilösung gefüllt, durch einen Kork luftdicht verschlossen und so in ein Gefäss mit reiner Salpetersäure gesenkt wurde. Nachdem in die Röhre und das Gefäss Platinblech herabgelassen und beider Enden mit einem Galvanometer verbunden worden waren, begann der Strom und mit zugleich eine merkliche Entwicklung von Gas, welches durch eine im verschliessenden Korke gehende gekrümmte Röhre geleitet, in einer Messröhre aufgefangen und bei der Prüfung als reines Sauerstoffgas befunden wurde. Hiernach ist also die Wirksamkeit der Becquerel'schen Kette gerettet, die auf jeden Fall einen Strom erzeugt, wiewohl einen schwa-

---

1. L'Institut N. 136. p. 402.
2. Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 129.
3. §. 930 ff.
4. Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 67.

Digitized by Google

chen, dessen Existenz also von FARADAY nicht wahrgenom
werden konnte, wie JACOBI durch Vergleichung desselben
dem der Zink-Kupfer-Kette zeigt. Eben daher konnte
BECQUEREL keine durch denselben erzeugte Wärmeentbind
wahrnehmen. Worauf hierbei die Entstehung des Strome
ruhe, darüber wagt MOSER[1], welcher übrigens den Becq
schen Versuch wiederholte und vollkommen richtig fand,
zu entscheiden, LENZ[2] aber findet die Ursache in dem
cirenden Einflusse der Säure und des Alkali auf die einge
ten Platinplatten. Die letztere Ansicht theilt auch PFAFF
Berufung auf die von ihm in seiner „Revision der Lehr
Galvano-Voltaismus" bewiesenen Thatsachen, wonach die
durch Berührung mit Alkalien weit elektronegativer w
als mit Säuren, wonach also der positive Strom von dem
tiveren Metalle in dem Alkali zum positiveren in der Säu
hen musste, der Natur der Sache nach aber nur ein schw
seyn konnte. MOHR[4] suchte die ihm gemachten Einwend
zu widerlegen und stellte eine grosse Reihe von Versuch
wobei die Säuren von den Alkalien und selbst von W
einem Glasgefässe durch eine Wandung von Fliessp
trennt waren. Auffallend dabei ist, dass bei der Wied
des ursprünglichen Becquerel'schen Versuches die Gasent
so äusserst gering war, in welcher Beziehung das R
bedeutend von dem durch JACOBI erhaltenen abweicht. B
zusammengestellten Resultaten aus der Gesammtreihe d
suche ist es etwas auffallend zu lesen: 1) „aus der Ver
von einer Säure mit einem Alkali entsteht kein elek
Strom," und dann sogleich 2) „bei der Verbindung von
tersäure mit Kali entsteht ein elektrischer Strom vom K
Salpetersäure, und von dieser durch die Metallleitung
zurück." Da es in nächster Beziehung auf die Becquerel'sch
nur auf die Constatirung dieser Thatsache ankommt, so
unnöthig, auf das Einzelne weiter einzugehen, und es mag
bloss noch erwähnt werden, dass durch verschiedene V
dungen heterogener Flüssigkeiten ein Strom erzeugt wi

---

1 Repertorium der Physik von Dove und Moser. Berl. 183
S. 194.

2 Bullet. scient. de St. Petersb. N. 22.

3 Poggendorff Ann. Bd. XL. S. 443.

4 Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 76.

er Zersetzung von Kochsalz durch Schwefelsäure (einer eigentlich chemischen) aber ausbleibt, wodurch das Axiom, dass jedem elektrischen Strome eine chemische Zersetzung nöthig sey, mindestens sehr problematisch wird. Nicht zufrieden mit den hier erwähnten Resultaten und Schlüssen nahm Pfaff[1] den Gegenstand abermals vor, trennte beide Flüssigkeiten durch Thierblase, untersuchte die Combinationen verschiedenartiger Metalle mit verschiedenartigen Flüssigkeiten und bediente sich dabei eines vorzüglich feinen Multiplicators. Die mit letzterem verbundenen Metalle waren Bleche von Platin, Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Zink. Alle Säuren ohne Unterschied gaben mit einer Kalilauge einen elektrischen Strom, welcher stets vom Laugensalze zur Säure geht, mit der höchst merkwürdigen Ausnahme der Salpetersäure, bei welcher die Richtung die umgekehrte ist. Die ersten vier der genannten Metalle gaben viel schwächere Ströme, als die letzten drei. Auch Säuren mit Wasser geben einen vom Wasser zur Säure gehenden Strom, und Kalilauge mit Wasser einen solchen, welcher vom Kali zum Wasser geht. Chlorkaliumlösung und Kochsalzlösung geben mit Salzsäure einen beträchtlichen Strom, wobei sie sich wie ein Alkali verhalten, und ebenso giebt Salpetersolution mit Salpetersäure, Glaubersalzlösung mit verdünnter Schwefelsäure einen Strom.

Becquerel[2] hat später seiner Säule eine etwas veränderte Gestalt gegeben und sie dadurch wirksamer gemacht. Sie besteht hiernach aus zwei Glasbechern, deren einer concentrirte Salpetersäure, der andere concentrirte Kalilösung enthält. Beide werden durch eine gekrümmte, mit feinem, in Kochsalzlösung getränktem Thone gefüllte, Glasröhre leitend verbunden. In den Becher mit Alkali senkte er einen Goldstreifen, in den mit Salpetersäure einen Platinstreifen, welche durch ein Galvanometer verbunden einen Strom gaben, worin das Gold negative Elektricität zeigte. Für eine kräftigere Säule dieser Art nahm er zwei Platinröhren, jede an ihrem einen Ende gekrümmt, um dieses Ende in eine Glasröhre zu stecken, füllte eine der Platinröhren mit Thon, der mit Salpetersäure getränkt war, die andere mit solchem, der mit Kalisolution getränkt war, und die

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 542.
2 Compt. rend. T. IV. Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 307.

Digitized by Google

verbindende Glasröhre mit Thon, der mit Kochsalzlösung g tränkt war; die unteren Enden der Platinröhren wurden m stark durchlöcherten Platindeckeln geschlossen. Hierauf tauc er die Röhre, welche den mit Salpetersäure getränkten Th enthielt, in Salpetersäure, die andere, den mit Kalilauge g tränkten Thon enthaltende, in Kalilösung. Man kann dem Thon eine gewisse Menge gepülverten Platins zuset um den Uebergang der Elektricität aus ihm zu den Wä der Platinröhren zu erleichtern. Platindrähte, an den E der eingetauchten Röhren durch Umwindung befestigt, le den Strom, und mehrere solche Apparate mit einander ver den bilden eine Säule, welche stärkere und constante W kungen zeigt.

Eine etwas veränderte Gestalt, welche BECQUEREL[1] sp seiner Säule gegeben hat, scheint mir keiner näheren Besch bung werth zu seyn. Die dabei entstehenden elektri Ströme leitet er aus der Verbindung der Säure mit dem A her und sucht überhaupt die Erscheinungen im Sinne der el trochemischen Theorie zu erklären. Auffallend war es gleich bei der Entdeckung dieser Säule, dass dieselbe i ei feinen Platindrahte gar keine Wärme entwickelte, und d Umstand wurde auch bei den nachfolgenden Untersuchungen berücksichtigt, weil man ihn mit der stattfindenden stark Gaserzeugung unvereinbar fand. LENZ[2], welcher die Vers mit einigen Modificationen wiederholte, erklärt dieses ein nach dem Ohm'schen Gesetze aus einer Vergleichung mit a dern Ketten. Heisst die elektromotorische Kraft des Appa A, der Widerstand des stromleitenden Drahtes L, der Flü keit l und des Ueberganges λ, so ist die Wirkung der Sä

$$F = \frac{A}{L + l + \lambda}.$$

Hierin ist L verschwindend klein wegen der grossen Leitung fähigkeit des Drahtes, l bedeutend kleiner als λ, welches w gen Mangels an chemischem Einfluss auf die Metalle sehr gr ist (weswegen auch die positiveren Metalle nach PFAFF ein stärkeren Strom geben). Die Einschaltung eines Drahtes v

1 Compt. rend. T. VI. p. 125. Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 5

2 Bulletin de la Soc. de St. Petersb. T. I. Poggendorff Ann. Bd. XLV S. 590.

n mal kleinerem Durchmesser wird L um n mal grösser machen, was unbedeutend ist, werden aber die Platinbleche n mal vergrössert, so wird λ als der Hauptheil des Nenners dadurch n mal verkleinert, da der Uebergangswiderstand der Fläche umgekehrt proportional ist, weswegen auch die Gasentwicklung der Fläche der Elektroden fast proportional gefunden wurde. Der Mangel der entwickelten Wärme ist Folge der Schwäche des Stromes, denn in einem von Lenz construirten Apparate betrug die Ablenkung der Nadel nur 22°, obgleich die Gasentwicklung bedeutend war. Eine gleich grosse Ablenkung gab ein Zink-Kupfer-Paar von 1 Zoll Fläche mit Flusswasser, und ein solcher Strom kann keine messbare Wärme erzeugen. In Beziehung auf die Ursache des erregten Stromes hat Lenz die Ansicht, dass diese auf dem modificirenden Einflusse beruhe, welchen Säure und Alkali auf das Platin ausüben, wobei er sich auf die bekannte Umkehrung des Stromes bei einer Eisen-Kupfer-Kette bezieht, welche eintritt, wenn man diese, statt in verdünnte Schwefelsäure, in concentrirte Schwefelebersolution taucht.

Die ausführlichsten Untersuchungen über die Becquerel'sche Säule hat Fechner[1] angestellt. Genau genommen ist sie nach ihm nichts weniger, als wofür sie von den meisten genommen wurde, nämlich eine ganz neue Erfindung, sondern sie gehört unter die längst bekannte Classe der Säulen aus einem Erreger der ersten und zwei Erregern der zweiten Art, wie diese im Sinne der Volta'schen Theorie genannt wurden und wovon bereits im Art. Galvanismus (Bd. IV. S. 855) die Rede war. Später, und weit ausführlicher, als dieses durch Pfaff, den Bearbeiter des genannten Artikels, geschehn ist, hat Fechner[2] die Aufgabe untersucht und das Bekannte durch eigene Versuche erweitert. Die Erfindung der Becquerel'schen Kette und die verschiedenen Ansichten, die sie hervorrief, veranlassten Fechner, das Problem abermals in seinem ganzen Umfange zu untersuchen, wobei er eine ausnehmend grosse Reihe vielfach modificirter Versuche durch Combination der verschiedensten Flüs-

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVIII. S. 1 und 225.

2 Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie. Leipz. 1829. 50 ff.

Digitized by Google

sigkeiten mit den verschiedensten festen Körpern anstellte. E
ist hier nicht der Ort, die Resultate derselben auch nur i
Auszuge mitzutheilen, es folgt aber im Ganzen daraus, da
man nicht genöthigt ist, die Erregung des Stromes aus ch
mischen Actionen abzuleiten, da sie sich weit natürlicher a
das galvanische Verhalten der verschiedenen Körper zurü
führen lassen.

Bei weitem die wichtigste Verbesserung hat die Volta'sc
Säule dadurch erhalten, dass es gelang, ihre Wirkung dauer
der zu machen. Bekanntlich verlieren die Säulen ihre Kr
sehr bald dadurch, dass Auflösungen des einen oder beider M
talle wechselseitig zu einander übergehen, wodurch ihre Ob
fläche verändert und der Uebergangswiderstand vermehrt w
Hauf suchte diesen Nachtheil durch die eigenthümliche Co
struction seiner Säule zu beseitigen, ohne jedoch diesen Zw
zu erreichen, auch hat Poggendorff[1] aufgefunden, dass
Zink-Kupfer-Kette bedeutende Verstärkung und längere Da
erhält, wenn man die Kupferplatten vorher an der Luft bis
Verschwinden der anfänglich entstehenden Farben erhitzt,
sie in Salpetersäure taucht und sofort in Wasser abspült
ebenso leicht als mit bedeutendem Nutzen geschehen ka
allein immerhin fehlt ihnen auch dann die oft wünschensw
Beständigkeit. Die Erfindung der eigentlichen, und auch b
stimmt so genannten, Säule von constanter Wirkung
wohl streitig, indem einerseits Becquerel sie sich anmasst,
fern er zuerst zwischen die zwei erregenden Flüssigkeiten
Scheidewand von Goldschlägerhaut brachte[2] und in der
beschriebenen Säule beide Flüssigkeiten durch einen por
Körper von einander trennte, andererseits aber Daniell[3]
erst eine eigentliche Batterie von constanter Wirkung con
irte, bestimmt so nannte, und daher auch als der Erfinder
selben, die nach ihm auch Daniell'sche Säule gen
wird, gilt, obgleich schon Wach[4] im Jahre 1830 verdü
Schwefelsäure und Kupfervitriollösung durch Thierblase tr
und die beiden erregenden Metalle, das Zink mit der Sc

1 Dessen Ann. Bd. LI. S. 384.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XLI. p. 20.

3 Phil. Trans. 1836. P. I. p. 107. Poggendorff Ann. Bd. X
S. 272.

4 Schweigger's Journ. Bd. LVIII. S. 20 ff.

säure, das Kupfer mit der Vitriollösung, in Verbindung brachte. ulen von constanter Wirkung werden gegenwärtig viel gesucht und man hat ihre Construction mehrfach abgeändert; m Wesen nach beruhen sie aber darauf, dass man zwei Flüs- keiten statt einer einzigen anwendet und beide durch einen rösen, die Verbindung verhindernden, aber den elektrischen om nicht aufhebenden Körper trennt. Jedes Element der niell'schen Säule, deren er beliebig viele verbinden kann, beht aus einem hohlen Cylinder von Kupferblech, in welchen e Ochsengurgel herabgesenkt, durch den Boden gezogen l daselbst mit einem Korke festgesteckt, oben aber durch en geeigneten Ring festgehalten ist. Die Ochsengurgel wird verdünnter Schwefelsäure gefüllt und enthält eine in diese gesenkte amalgamirte Zinkstange, der übrige Raum des Kurcylinders wird mit gesättigter Kupfervitriollösung gefüllt l beide Metalle bilden dann, auf geeignete Art verbunden, e einfache Kette. Da die Schwefelsäure Zink auflöst und der Kupfervitriollösung metallisches Kupfer niedergeschla- wird, so kann die Säule nur dann constant bleiben, n man diese Veränderungen der Flüssigkeiten aufhebt. zteres geschieht dadurch, dass der die Ochsengurgel unten einer Düse festhaltende Kork durchbohrt und mit einer heförmig aufgebogenen Glasröhre versehen ist, aus deren obe- Ende die mit Zinkvitriol gesättigte Flüssigkeit abfliesst, rend frische Säure auf geeignete Weise zuströmt, die Kursolution aber stets in gleicher Concentration durch Stücke Kupfervitriol erhalten wird, die im oberen Theile des Cylers in einem kupfernen Siebe liegen und sich allmälig aufn. Dem Wesen nach ist es hierbei übrigens gleichgültig, man zum Diaphragma gerade eine Ochsengurgel oder irgend andere thierische Membrane wählt, und alle Säulen, bei en die Flüssigkeiten durch solche Substanzen getrennt sind, ören daher zur Classe der Daniell'schen, wobei aber zugleich bl bedingend ist, dass das negative Metall von der Lösung es aus ihm selbst gebildeten Satzes berührt wird. Uebrigens die Anwendung der Ochsengurgeln etwas widriges, Thiersen und Därme sind besser, am besten aber die von Spen- angewandten hohlen Cylinder von dickem braunen Packier, die man um einen hölzernen Cylinder wickelt und das te Ende durch Siegellack mittelst eines heissen Eisens fest-

Digitized by Google

klebt. Als Boden dieser Cylinder dient ein hölzerner, mit Bind-faden festgebundener dünner Cylinder. SPENCER nimmt statt des Kupfers auch dünnes Blei, wie zum Einpacken des Thees oder Tabacks, biegt es in Falten, formirt daraus einen faltigen Cylinder und setzt diesen in ein gläsernes Gefäss mit Kupfer-vitriollösung. Im Innern desselben steht der poröse hohle Cy-linder mit seiner Säure und der Zinkstange, und durch Schliessung der Kette entsteht allmälig ein Kupfercylinder durch Ueberzie-hung des Bleis mit diesem Metalle[1].

An die eben genannte schliesst sich zunächst die Grove'-sche, welche unter allen bis jetzt hergestellten wohl die stär-sten Wirkungen äussert, und deren Grösse daher leicht so w gesteigert werden kann, dass sie die älteren Riesenappar von SINGER, HARE und Anderen bedeutend an Kraft übertri Sie hat ihren Namen von ihrem Erfinder GROVE[2] und wur in Deutschland sehr bald dadurch allgemeiner in Anwendung gebracht, dass SCHÖNBEIN[3] über ihre überraschenden Wirkun-gen berichtete. Die erste Construction bestand aus einem dem Boden eines Glases festgekitteten thönernen Pfeifenk welcher mit reiner Salpetersäure, das Glas aber bis zu gle Höhe mit Salzsäure gefüllt wurde. Zwei Goldblättchen, i letztere herabgelassen, blieben stundenlang unverändert, als ein Golddraht in die Salpetersäure herabgesenkt und mit einen Goldblatte in Berührung gebracht worden war, löste dieses sogleich auf und es zeigte sich ein starker elektris Strom. Als er darauf das eine der gleichen negativen Me mit Zink vertauschte, bemerkte er die Stärke des dadurch zeugten Stromes und wurde somit zum Erfinder der nach benannten Säule, deren Wesen ausser der Anwendung Platins als negativen Erregers darin besteht, dass die be Säuren durch einen porösen mineralischen Körper getrennt welcher den Uebergang der Lösungen beider Metalle zu ein der hindert, den elektrischen Strom aber durchlässt. Ohne verschiedenen theils ausgeführten, theils vorgeschlagenen C

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 374.

2 Compt. rend. T. VIII. p. 567. Poggendorff Ann. Bd. XL S. 300.

3 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 511.

structionen dieser Säulen zu erwähnen, z. B. von C. A. Grüel[1], beschränke ich mich auf die folgende, jetzt üblichste.

Die jetzt gangbaren Grove'schen Säulen werden meistens als zusammengesetzte Ketten von 5 Elementen verfertigt, welche sich in einem hölzernen, inwendig wasserdicht ausgepichten, auswärts mit Oelfarbe überzogenen Kasten ABCD befinden. Dieser Kasten ist durch vier Scheidewände α, β, γ, δ in fünf Fächer getheilt, in deren jedem eine umgebogene amalgamirte Zinkplatte von 1 Lin. dickem Metall steht, deren Rand an der einen Seite rechtwinkelig umgebogen über die Scheidewand hinausragt. Zwischen diesen beiden Schenkeln der Zinkplatte steht ein schwach gebranntes und demnach das Durchnässen der Flüssigkeit nicht hinderndes Gefäss von Thon oder Porzellanerde (statt deren Andere den Gefässen aus Gyps den Vorzug geben), in welches ein dünnes Platinblech p, p, p, p, p herabhängt. Letzteres ist am oberen Ende in eine messingne Leiste geklemmt und diese mit einem messingnen Haken versehn, dessen amalgamirte Spitze in das Quecksilber einer kleinen messingnen Vertiefung im umgebogenen Rande der folgenden Zinkplatte taucht. Fig. 45.

Soll die Säule gebraucht werden, so füllt man zuerst die Thongefässe mit reiner Salpetersäure (von etwa 1,3 spec. Gewicht, doch nehmen Andere auch eine Mischung aus 3 Th. Salpetersäure und 1 Th. Schwefelsäure), schichtet die Zinkbleche in die Zellen, setzt die Gefässe hinein, füllt die sämmtlichen Fächer des Kastens mit Schwefelsäure, die 90 Procent Wasser enthält, senkt die Platinbleche in die Gefässe, verbindet ihre Haken mit den nächsten Zinkblechen, und so ist die Säule hergestellt, die an ihren Enden Z und P ihre beiden Pole hat. Obgleich eine solche Säule schon ausserordentliche Wirkungen zeigt, wenn die Platinbleche etwa 8 Z. Länge und 4 Zoll Breite haben, wonach sich die übrigen Dimensionen schätzen lassen, so kann man sie doch willkürlich verstärken, indem man zwei oder mehrere solche Tröge neben einander setzt und ihre Pole P, P, P.... und Z, Z, Z.... durch 1,5 Lin. dicke Kupferdrähte metallisch mit einander zu einem gemeinschaftlichen vereinigt. Es ergiebt sich von selbst, dass man nöthigen Falls von einem solchen Troge nur 1 Element

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 381.

Digitized by Google

oder 2, 3.... in Anwendung bringen kann; auch würde es leicht seyn, eine Einrichtung zu treffen, nach welcher alle Zink- und alle Platinbleche eines oder mehrerer Tröge verbunden und eine einfache grossplattige Säule hergestellt würde. Statt der Schwefelsäure wenden Andere auch mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnte Salzsäure an. Nach dem Gebrauche genügt es, die Platinbleche in reinem Wasser abzuspülen, und es liegt ein grosser Vorzug darin, dass diese weder beschmutzt noch überhaupt angegriffen werden, indem sie ihre anfängliche Blänke nicht verlieren, jedoch darf kein Quecksilber auf sie kommen, weil dieses sie durchlöchert. Die Thongefässe werden nach dem Ausgiessen der Säure etwa 3 Stunden lang in reinem Wasser ausgesüsst, welches während dieser Zeit etliche Mal erneuert werden kann, dann im Schatten getrocknet; eine zu anhaltend lange Einwirkung des Wassers erweicht sie übermässig. Die Zinkplatten erfordern die meiste Mühe, denn es genügt nicht, sie bloss abzuspülen, besonders wenn sie längere Zeit im Gebrauch waren, sondern sie müssen sowohl anfänglich, als auch meistens für jeden neuen Gebrauch wieder amalgamirt werden, und dabei darf die Amalgamirung sich nicht auf die obere Biegung und wo möglich nicht auf die untere erstrecken, um sie nicht brüchig zu machen. Ist die Amalgamirung ungenügend, so greift die Säure das Metall zu stark an, es entsteht übermässige Erhitzung und durch Entwickelung von Wasserstoffgas ein solches Aufbrausen, dass man die Säule sogleich aus einander nehmen muss, weil sonst zu viel zerstört werden würde. Die ausgegossenen Säuren lassen sich abermals und mehrere Male gebrauchen, doch ist die Wirkung mit frischer Säure stärker. Die Ursache der grossen Energie dieser Säule setzt Schönbein vorzüglich darin, dass sich an das Platin kein Wasserstoffgas absetzt, wodurch dasselbe polarisirt und ein die Wirkung schwächender Gegenstrom erzeugt werden würde; vielmehr verbindet sich der Wasserstoff mit einem Theile des Sauerstoffs der Salpetersäure, wodurch indess salpetrige Säure entsteht, deren Einfluss auf die Respirationswerkzeuge den Gebrauch des Apparates leicht beschwerlich macht. Der Vorschlag von Smee[1], statt der Platinbleche Silberbleche, mit Pla-

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 103. T. XVI. p. 315.

Digitized by Google

tin galvanisch überzogen, anzuwenden, hat keine weitere Anwendung gefunden, weil der Ueberzug zu wenig fest anhängt. Brauchbarer dagegen sind die von OERSTED vorgeschlagenen, mit einem dünnen Ueberzuge von Platin bedeckten Porcellangefässe, welche dadurch erhalten werden, dass man auf die Porcellancylinder eine verdünnte Auflösung von Chlorplatin aufträgt und sie dann glühet. Solche Cylinder werden vorzugsweise zu Kopenhagen verfertigt.

Schon 1837 argumentirte ANDREW FYFE[1], dass Eisen in Folge der durch SCHÖNBEIN nachgewiesenen Passivität (die sich indess zunächst gegen Salpetersäure äussert) zur Erzeugung eines elektrischen Stromes untauglich sey, wegen seiner Verwandtschaft zum Kupfervitriol aber wohl zur elektrischen Kette geeignet seyn könne. Er construirte daher eine solche aus Kupfer und Eisenblech und erhielt mit Anwendung von verdünnter Schwefelsäure einen sehr schwachen Strom, mit Anwendung von Kupfervitriollösung aber einen so starken, dass er glaubte, das Eisen könne zum Ersatz des Zinkes dienen. Selbst Gusseisen gab bedeutende Wirkung, die jedoch in beiden Fällen nicht lange dauerte. Hiernach sollte also das Eisen als positiver Erreger statt des Zinks dienen, eine Anwendung, von welcher man später keinen weiteren Gebrauch gemacht hat. Im Anfange des Jahres 1839 entdeckte aber MARTYN J. ROBERT[2], wie es scheint zufällig, dass zwar Eisen mit Kupfer einen Strom giebt, worin das Eisen als positives Metall fungirt, dass aber Eisen mit Zink eine wirksamere Säule bildet, als Kupfer mit Zink. POGGENDORFF[3] machte bald darauf diese Zink-Eisen-Kette zu einem Gegenstande ausführlicher Untersuchungen und fand, dass dieselbe nicht bloss mit verdünnter Schwefelsäure, sondern auch mit verdünnter Salpetersäure, Aetzkalilauge, Kochsalzlösung u. s. w. sich den Zink-Kupfer-, Zink-Silber- und Zink-Platin-Ketten überlegen zeige, nach Daniell'scher Weise aber das Zink mit verdünnter Schwefelsäuse, das Eisen mit Eisenvitriolsolution verbunden nur einen sehr schwachen Strom gebe. POGGENDORFF leitet die grosse Wirksamkeit dieser Kette von dem ge-

1 Lond. and Edinb. Philos. Mag. N. 66. T. XI. p. 150.
2 Ebend. N. 101. T. XVI. p. 142.
3 Dessen Ann. Bd. L. S. 255.

Digitized by Google

ringeren Uebergangswiderstande ab, welchen das Eisen hat, sofern nach Fechner dieser Widerstand bei allen Metallen schwächer ist, die von den berührenden Flüssigkeiten angegriffen werden. Die Richtigkeit dieser Ansicht zeigte sich da durch, dass ein eingeschalteter Neusilberdraht den Strom dieser Säule stärker schwächte, als den einer gleichgrossen Zink-Kupfer-Kette, obgleich die absolute Stärke jener noch imm grösser blieb, als dieser, so weit sich die Messungen mit d gebrauchten Apparaten fortsetzen liessen. Durch fernere Ve suche überzeugte sich Poggendorff[1] indess, dass diese Ur che keineswegs die einzige sey, denn die Bestimmung elektromotorischen Kraft ergab, dass auch diese grösser als bei der Zink-Kupfer-Kette.

Später wandte namentlich Sturgeon[2] gusseiserne Cylin an, an welche ein dicker Messingdraht angelöthet wird, die massive amalgamirte Zinkstange zu tragen, die in Cylinder herabhängt und zur Vermeidung der Berührung mit einem hölzernen Ringe versehn ist. Als Säure dient Schw felsäure mit dem Achtfachen des Gewichtes Wasser verd welche allerdings viel Wasserstoffgas entwickelt und es nöthig macht, die zur Batterie vereinten Cylinder in einen sten zu setzen, diesen mit einem Deckel zu verschliessen das Gas durch eine Röhre abzuleiten. Nach der Quantität in gleichen Zeiten zerlegten Wassers soll diese Säule allen die wirksamste seyn.

Diese Eisensäulen bestanden insgesammt aus zwei E gern und einer Flüssigkeit, man hat aber auch solche mit Flüssigkeiten construirt. Dieses geschah wohl zuerst Poggendorff[3] bei seiner Prüfung des elektromotorischen haltens des Eisens, indem er mit 12 Th. Wasser verd Schwefelsäure und reine Salpetersäure von 1,19 spec. Gew anwandte, die durch ein poröses Gefäss getrennt ge wurden. Der merkwürdige Umstand, dass mit diesen Sä die Kraft der Ketten aus Zink-Platin 9,9, aus Eisen-Pl 1,5 und aus Kupfer-Platin 10,3 betrug, erklärt sich da

1 Dessen Ann. Bd. LIII. S. 436.

2 Annals of Electricity. T. V. p. 66. Poggendorff Ann. Bd S. 372. 380.

3 Dessen Ann. Bd. LIII. S. 442.

dass bei der letzteren Combination bloss Salpetersäure am Platin *zersetzt* wurde und nicht Wasser und Salpetersäure zugleich, *verbunden* mit reichlicher Gasentwickelung. Die Stärke des Stromes hängt also sehr vom Verhalten des elektronegativen *Erregers* ab, wie schon FECHNER[1] folgerte, hier aber factisch sich ergab. Man hat später in Gemässheit der Passivität des *Eisens* Ketten aus diesem einzigen Metalle mit zwei Flüssigkeiten construirt. Sie bestehn nach Art der Grove'schen aus einem eisernen hohlen Cylinder mit verdünnter Schwefelsäure, in welche ein Thoncylinder mit concentrirter Salpetersäure zur Aufnahme eines massiven Eisencylinders herabgesenkt ist. Der letztere Eisencylinder wird in der Salpetersäure passiv und bildet also den negativen Erreger, während der äussere mit verdünnter Schwefelsäure den positiven abgiebt. SCHÖNBEIN[2] kehrte diese Ordnung um und construirte eine Säule aus einem 10 Z. hohen, 3 Z. 9 L. im Durchmesser haltenden gusseisernen Cylinder, setzte in diesen einen Thoncylinder von 10 Z. Höhe, 1 Z. 4,5 Lin. Durchmesser, und in diesen einen gusseisernen Cylinder von 9 Z. 9 Lin. Höhe, 3 Z. 3 Lin. Durchmesser. In den äussern Cylinder goss er ein Gemenge von 3 Th. concentrirter Salpetersäure und 1 Th. gemeiner Schwefelsäure, in den inneren mit dem 12fachen ihres Volumens Wasser verdünnte Schwefelsäure. Der dadurch erzeugte Strom war so stark, dass ein in denselben gebrachter Elektromagnet vier Quintals trug. Eine Säule aus fünf Elementen, die aus äusseren Eisencylindern von gleichen Dimensionen bestand, deren innere Cylinder aber statt des Eisens aus amalgamirtem Zink bestanden, gab bei der Anwendung der genannten Flüssigkeiten 2400 Kubikzoll Knallgas in einer Stunde.

Den Verbesserungen der Volta'schen Säule durch DANIELL und GROVE lässt sich mit Recht die durch R. BUNSEN[3] gemachte anreihen, wenn ihr nicht selbst der Vorzug vor beiden gebührt. Man wusste seit VOLTA, dass die Kohle zu den

---

1 Massbestimmungen über die galvanische Kette. Leipz. 1832. S. 256.

2 Notice sur une nouvelle pile Voltaique. Besonders abgedruckt aus ...ves de l'Electricité. 1842.

3 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 265. CASSELMANN über die gal...che Kohlen-Zinkkette und einige mit derselben angestellte Beobach...n. Marb. 1843.

kräftigsten negativen Erregern gehöre; einige Physiker mach-
ten hiervon allerdings, aber einen nicht eben bedeutenden Ge-
brauch, ohne dass eine bequeme Weise, sie zur Kette in je-
dem beliebigen Masse anzuwenden, aufgefunden wurde, ein
Verdienst, welches BUNSEN sich erwarb, so dass diese so
wohlfeile Substanz jetzt das theure Platin zu ersetzen verm-
Die für diese Zwecke brauchbare Kohle erhält man aus w
ausgeglüheten, fein gepulverten und durchgesiebten Coaks, d
nen man etwa die doppelte Menge fein gepulverte Steinkoh
zusetzt und in eisenblechernen Formen bei mässigem Koh
feuer ausglüht. Bei der Anwendung von minder fetten St
kohlen wird die Masse zu wenig fest und man muss die M
des Steinkohlenpulvers vermehren, jedoch nur bis zu einer
wissen Grenze, weil bei der Anwendung einer zu gr
Menge und zu fetter Steinkohlen die Masse sich zerkl
Grosse massive Massen von 5 bis 6 Z. Durchmesser erh
beim Glühen leicht Sprünge, dagegen lassen sich leicht h
von noch grösserem Durchmesser darstellen, wenn man e
cylindrische Schachtel in die Mitte der eisenblechernen F
stellt und den Zwischenraum zwischen der äusseren W
der ersteren und der innern der letzteren mit dem Kohle
ausfüllt. Die so erhaltene Masse ist zu porös und locker,
wird daher noch in der Form mit concentrirter Zuckerl
(wozu schlechter Abfall genügt) getränkt und getrocknet,
der Zucker wieder fest geworden ist, und dann in einem
Kohlenstücken angefüllten feuerfesten bedeckten Gefäss
mehrstündigen Weissglühhitze ausgesetzt, was am best
einem gewöhnlichen Töpferofen geschieht. Um Platten
halten, verfertigt man Würfel oder Cylinder, schneidet v
sen mit einer Holzsäge die etwa eine Linie dicken Platte
schleift sie auf einer Sandsteinplatte eben. Aus diesen
amalgamirten Zinkplatten lassen sich mit verdünnter Sch
säure und saurem chromsaurem Kali Säulen aufbauen, di
wirksam und bequem sind, denn man ist des Scheuerns
hoben und lässt dagegen die Platten in der Flüssigkeit
kocht sie aber zuweilen in derselben aus, um das in de
ren sich absetzende Chromoxyd zu entfernen. Zweckmä
wendet man hohle Cylinder an, die man vor ihrem Eint
in Zuckersolution mit einer Blechreibe aus dem Rohen
beitet; nach dem letzten Glühen dreht man sie aber

Einschleifen in einen mit gezahntem Rande versehenen Cylinder inwendig und auswendig ab, um sie genau rund zu machen.

Die beste Art, Kohlenbatterieen von beliebiger Grösse aufzubauen, ist für zusammengesetzte Ketten folgende. Man nimmt ein cylindrisches Glas aa von etwas über 4 Z. Höhe und Fig. 46. u. 47.
3 Z. äusserem Durchmesser mit oben etwas verengtem Rande, senkt in dieses den hohlen, etwa 1,5 Lin. dicken Kohlencylinler bb, dessen oberer etwas dickerer Theil auf dem Rande les Glases ruht und mit einem rundgebogenen Streifen Zink ng schliessend umgeben ist. Bei dem ersten Elemente der Kette ist dieser Ring mit einem umgebogenen Lappen α des ämlichen Metalles versehn, woran ein dicker Messingdraht γ gelöthet ist, der also den Pol des negativen Erregers der äule bildet. Der dickere Rand des Kohlencylinders ist mit Wachs getränkt, damit die Säure nicht an und in ihm aufteigt. In dem Kohlencylinder steht der poröse Thoncylinder c auf dem Boden des Glases, und in diesem der aus Zinkech zusammengebogene hohle Cylinder dd, an welchem ein appen e stehn gelassen, über den Rand des Glases umgeboen und mit einem Ringe ff versehn ist, um den Kohlencyder des folgenden Elementes zu umgeben. Es lassen sich f diese Weise eine beliebige Menge Elemente in gerader inie mit einander verbinden, indess kann man auch den Ring s letzten Elementes in horizontaler Ebene um 90 Grade umhn, neben das letzte Glas ein zweites setzen und auf diese eise eine zweite, in entgegengesetzter Richtung fortgehende eihe beginnen, mit dem letzten Elemente auf gleiche Weise rfahren und diesemnach so viele Reihen herstellen, als man langt, indem man sämmtliche Gläser neben einander auf ein eignetes Bret stellt, um sie bequem zu transportiren. Bei n letzten Elemente ist der Lappen e des Zinkcylinders nicht t einem Ringe, sondern mit einem angelötheten Messingahte β versehen, welcher demnach den Zinkpol der Säule Fig. 47.
det. Um eine einfache grossplattige Säule herzustellen, dürfte n nur alle Kohlencylinder durch einen umgewundenen Draht t einander verbinden und ebenso die sämmtlichen Zinkcylinr, so dass die Enden beider Drähte die Pole gäben. Beim bauen der Säule füllt man die Gläser mit Salpetersäure so it voll, dass diese Flüssigkeit nach dem Einsenken der

Kk*

Thoncylinder den oberen Rand der Thoncylinder nicht erreic dann füllt man gleichfalls die Thoncylinder so weit mit dünnter Schwefelsäure, dass nach dem Einsenken der Zink linder die Flüssigkeit bis zur Höhe von etwa 2 Lin. unter Rande ansteigt, steckt die Kohlencylinder in die Gläser, die Thongefässe in diese, senkt in diese die Zinkcylinder drückt deren Ringe auf dem Rande des je nächsten Ko cylinders fest. Nach dem Gebrauche werden die Thoncy auf die oben bei der Grove'schen Säule angegebene W mit Wasser gereinigt, ebenso die Kohlencylinder, und im Sc ten getrocknet. Ueber den Wiedergebrauch der Säure gleichfalls die nämlichen Regeln statt; für kurze Zwisch me kann man nach dem Auseinandernehmen der Säule die petersäure in den Gläsern lassen und diese mit Glassch bedecken.

Schon vor der Bekanntwerdung der hier beschriebenen Widerrede vortrefflichen Säule veröffentlichte SCHÖNBEIN[1] Nachricht, dass COOPER mit Kohle statt Platin eine sehr tige Säule nach GROVE's Art erhalten habe. Um dies controliren, verfertigte er sich einen winzigen Apparat gamirtem Zink und einer Kohle, die sich in den zur Be des Leuchtgas aus Steinkohlen verwandten eisernen angesetzt hatte. Die Kohle tauchte in concentrirte Sal in einer porösen Thonzelle und letztere stand in einem fässe von Zink mit gesäuertem Wasser. Nach COOPER sich die elektrolysirende Kraft der Kohlensäule zur Plati unter sonst gleichen Bedingungen wie 32 zu 35. Vor hat man in Frankreich den Nutzen der Kohle als Ersa Platins in der elektrischen Kette anerkannt, es wurde darauf bezügliche Berichte dem Institute mitgetheilt, doch sehr bald und dann fortdauernd BUNSEN als der Erfind nannt. Professor LANDBERG aus Christiania erzählte seiner Durchreise von Paris, dass er daselbst einen ungl starken Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen gesehn habe, cher durch eine Kohlenbatterie von 200 Elementen wurde und sich im Momente entzündete, als ein Batterie zwischen den Spitzen überschlug.

Beide zuletzt beschriebene Säulen haben die Unze

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 589.

ichkeit, dass sich salpetrige Säure entwickelt, die bei Apparaten von grösseren Dimensionen oder beim anhaltenden Gerauche kleinerer der Respiration beschwerlich und der Geundheit nachtheilig werden kann. Man hat daher statt der alpetersäure Chromsäure oder ein Gemisch von saurem chromsaum Kali und Schwefelsäure vorgeschlagen. Die Anwendung der hromsäure geschah zuerst durch BUNSEN[1], welcher sie jedoch r die Kohlensäule nicht geeignet fand; nachher wurde sie aber r Platinsäulen von LEESON und später von WARRINGTON[2] als hr geeignet empfohlen. Dieses bewog POGGENDORFF[3], eine üssigkeit aus drei Gewichttheilen saures chromsaures Kali, ir Gewichttheilen Schwefelsäure und achtzehn Gewichttheilen asser in einem porösen Gefässe für den negativen Erreger, s Platin, Kohle oder Kupfer bestehend, und Wasser mit 10 ocent Schwefelsäure für Zink als positiven Erreger einer nauen Prüfung zu unterwerfen. Aus den Versuchen ergiebt h, dass die Chromsäure für Kohlenbatterieen ungeeignet ist, il die Wirkung nicht constant bleibt, sondern sogleich schwär zu werden beginnt; bei Platinsäulen giebt sie eine unich schwächere Wirkung, als Salpetersäure, und wenn a daher die letztere nicht concentrirter, als vom specifischen richte 1,3 anwendet, ausserdem das Ein- und Ausgiessen selben, wobei das Rauchen am stärksten ist, in einem Nezimmer vornimmt, so lässt sich der Geruch ertragen und starke Wirkung fehlt nicht.

Die neueste Säule, welche zwar niemals, wie die zuletzt hriebenen, zum praktischen Gebrauche, insbesondere zur ugung starker elektrischer Ströme benutzt werden wird, wegen ihrer Eigenthümlichkeit Aufsehn erregt hat, ist Grove'sche Gassäule, worin Sauerstoffgas und Wasoffgas mit Platin die erregenden Elemente bilden. Abgevon den bekannten Wirkungen des Döbereiner'schen Plalmiaks befindet sich unter den zahlreichen Versuchen FAy's in der sechsten Reihe seiner Experimentaluntersuchuneiner, welcher das Princip dieser Säule enthält, indess GROVE entschieden der Erfinder derselben. Dieser ver-

Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 420.
Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XX. p. 262. 393.
Dessen Ann. Bd. LVII. S. 101.

Digitized by Google

öffentlichte die erste Notiz darüber[1] und beschrieb sie nä[...] ausführlicher nebst einer Reihe damit angestellter Versu[...] woraus hervorgeht, dass sie physiologische Wirkungen äu[...] die Magnetnadel abweichen macht, das Blattgold des Elek[...] meters abstösst, zwischen Kohlen einen Funken giebt [...] Iodkalium, Salzsäure und gesäuertes Wasser zerlegt, [...] in allen Wirkungen sich den elektrischen Ketten anschl[...] Wurden statt der beiden, die Säule bildenden Gase a[...] substituirt, so fehlte die Erregung der Elektricität, ausse[...] Wasserstoffgas und Stickgas, welche einen schwachen S[...] erzeugten, den GROVE von einer Verbindung des Wasser[...] gas mit dem Sauerstoffgas des Wassers ableitet. Die [...] dient vorzüglich dazu, das wichtige von FARADAY aufge[...] Gesetz direct zu beweisen, wonach eine gleiche Quantit[...] beiden wasserbildenden Gase bei der Bildung des e[...] schen Stromes verbunden wird, als dieser aus dem [...] Wasser wieder darstellt. Unter den verschiedenen F[...] welche man der Säule geben kann, möge folgende, vo[...] selbst angegebene, hier beschrieben werden. Eine W[...]
Fig. 48. Flasche aa mit drei Oeffnungen hat in der Mitte eine[...] schmirgelten Glasstöpsel b und an jeder Seite mittels [...] schmirgelter Ansätze eingesteckte Glasröhren o und h, [...] letztere den doppelten Inhalt der ersteren hat, deren [...] messer sich also wie $1:\sqrt{2}$ verhalten. In ihnen herab[...] Platindrähte, die mit Platinschwamm nach der von SMEE [...] gegebenen Methode überzogen sind. Sie gehn aber [...] schmolzen durch die Enden der Röhren und tragen oben [...] Kapseln zur Aufnahme von Quecksilber, in welches die [...] Enden des Multiplicators eingesenkt werden, um den e[...] schen Strom zu messen, welcher sich bildet, währe[...] Sperrwasser steigt, indem die Gase sich zu Wasser ver[...] denn vor dem Gebrauche wird die weitere Röhre mit W[...]

1 Lond. and Edinb. Philos. Mag. T. XIV. p. 129. T. XXI [...] Archives de l'Electricité. T. II. p. 638. Poggendorff Ann. Bd [...] S. 202.

2 Philos. Trans. 1843. P. II. p. 91. Lond. and Edinb. Phil. [...] N. 153. T. XXI. p. 375. N. 159. T. XXIV. p. 268. 422. Ann. de [...] et Phys. 3me Sér. T. VIII. p. 246.

3 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 103. T. XVI. p. 315. W[...] ses Platiniren bewerkstelligt werde, s. **Platiniren.**

ses Platini

stoffgas, die engere mit Sauerstoffgas gefüllt, und man sieht, dass bei der Anwendung von Röhren von den angegebenen Durchmessern gleiche Höhen beider Gase verschwinden. Solche zwei Röhren bilden ein Element der Säule, deren man übrigens mehrere, bis zu 20 und darüber, auf beide bekannte Arten zur einfachen oder zusammengesetzten Kette verbinden kann. Zur grösseren Leitungsfähigkeit füllt man das untere Gefäss mit gesäuertem Wasser, man kann sie aber auch mit andern Salzsolutionen füllen und die Versuche vielfach modificiren.

Auf dem Continente hat zuerst SCHÖNBEIN die Aufmerksamkeit auf diese interessante Säule gerichtet [1], inzwischen beziehn ch seine Untersuchungen nicht auf eine Veränderung oder erbesserung ihrer Construction, sondern nur auf die Erklämg ihrer Wirkungsweise, und dieses Problem ist wohl wichg genug, um dasselbe auch hier mit wenigen Worten zu ertern. GROVE selbst erklärte bei seiner Bekanntmachung, dass zu manchen Betrachtungen führe. Die Erscheinungen lasn sich, wie er meint, nicht aus einem Contacte ableiten, weler zwar für jede chemische Action nothwendig sey, allein Contacte liege nicht unmittelbar die Aeusserung einer Kraft, lmehr lasse sich die Wirkung dieser Säule aus einer Kataa ableiten, und sie stehe daher zur letzteren in dem nämlin Verhältnisse, als gewöhnliche Säulen zum Chemismus. raus ersieht man, dass er die Erzeugung der Elektricität gewöhnlichen hydroelektrischen Ketten aus chemischen Einkungen ableitet und daher bei dieser neuen eine katalytie Kraft annimmt, weil eine chemische nicht vorhanden ist, ern das Platin durch keins der beiden Gase angegriffen d. POGGENDORFF bemerkt in einem Zusatze zu der Abdlung, dass die Wirkung dieser Säule aus Chemismus gar ht abzuleiten sey, weil das Platin von keinem der vorhandenen rper angegriffen werde, eine Zerlegung des Wassers durch Aufme des Wasserstoffgases durch das Sauerstoffgas der einen re und Aufnahme des Sauerstoffgases durch das Wasserstoffgas ler andern aber nicht stattfinden könne. Dieses ist wohl unwi-

Lond. and Edinb. Phil. Mag. 1843. March p. 105. Poggendorff Bd. LVIII. S. 361., wovon ein besonderer französischer Abdruck: Pile à Oxi-Hydrogène, par C. F. SCHÖNBEIN, veröffentlicht worden ist. Bericht über die Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. N. VI. S. 12.

Digitized by Google

dersprechlich richtig, denn es wäre sonst nicht abzusehen, war
diese chemische Verbindung nicht ohne die Anwesenheit d
Platindrähte stattfinden sollte, die nach dieser Ansicht
blosse Leiter der durch den Chemismus erzeugten Elektri
zu betrachten wären. * Nach der Contacttheorie, meint Po
GENDORFF, schliesse sich diese Säule genau an die Becquer
sche, überhaupt an die aus einem Metalle und zwei d
nicht angreifenden Flüssigkeiten bestehenden Ketten an.
Schwierigkeiten fallen also weg, sobald man den bewies
Satz annimmt, dass die Metalle durch die chemisch auf
nicht einwirkenden Körper, und gerade durch diese vorz
weise, eine Veränderung ihrer Oberfläche erleiden und d
in Berührung mit verschiedenen Körpern ungleich verä
einen elektrischen Gegensatz bilden müssen, in Gemäs
dessen ihr Contact einen elektrischen Strom erzeugt.
man diese Veränderung der Oberfläche von einer katalytisc
Kraft ableiten, die man bisher als verschieden von der ch
schen betrachtet hat, so lässt sich hieraus kein Argument
gen die Contacttheorie hernehmen, denn immer ist die B
rung heterogener Körper hierbei die wirkende Ursache
man nach richtiger Ansicht annimmt, dass nicht der C
an sich das hierbei thätige Agens ist, sondern die Elek
welche beim Contacte zum Vorschein kommt. SCHÖNBEIN
zieht sich auf seine schon 1838 gemachte Erfahrung, w
das in einer U-förmig gebogenen Röhre befindliche Wa
durch welches ein elektrischer Strom gegangen ist,
eingesenkten Platindrähten einen Strom giebt, und dass
sich gleichfalls mittelst eingesenkter Platindrähte nur da
zwei mit einander verbundenen Wassersäulen zeigt, wen
eine derselben mit Wasserstoffgas imprägnirt ist. G
GROVE's Ansicht, wonach der Strom durch die chemische V
bindung der beiden Gase entstehn soll, macht er das A
ment geltend, dass nach seinen Versuchen[1] mit Sauer
imprägnirtes Wasser keinen elektrischen Strom erzeugt,
den durch Wasserstoff-Wasser hervorgerufenen nicht vers
und dass diese Ströme, wären sie wirklich vorhanden, i
combinirten Elementen der Gassäule eine entgegengese
Richtung erhalten und sich aufheben würden. Dieser

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 135 ff.

findet SCHÖNBEIN die Ursache des Stromes, sowohl seiner Wasserstoff-Wasser-Kette, als auch der Grove'schen Gassäule, die nach dem als erwiesen geltenden Axiom nothwendig eine chemische seyn muss, in dem Wasserstoffsuboxyd, welches sich durch die katalytische Kraft des Platins bilden soll. Man muss also, um die nach der Contacttheorie aus wohlbegründeten Principien leicht erklärliche Gassäule mit der chemischen Theorie in Einklang zu bringen, zu einem Stoffe seine Zuflucht nehmen, dessen Daseyn nichts weniger als erwiesen ist.

Die hier beschriebenen Volta'schen oder hydroelektrischen Säulen sind die wichtigsten. Welcher Theorie man aber auch huldigen möge, so folgt, dass durch die mannigfaltigsten Combinationen der Körper Elektricität frei werden, und dass durch die Veränderungen derselben so vielfache Modificationen der erzeugten Elektricität hervortreten müssen, dass es unmöglich ist, diese alle hier aufzuführen. Ueberhaupt ist die Masse der Thatsachen, die zur Elektricitätslehre gehören, so gross, die Erscheinungen sind an sich so verwickelt (und durch den Streit unter den Anhängern der beiden Hypothesen noch verwickelter geworden), dass es wohl keinen Physiker geben dürfte, welcher sie sämmtlich in klarer Vorstellung zu vereinigen vermöchte. Es mögen daher hier nur noch einige wenige Notizen Raum finden.

KEMP[1] und mehrere Physiker nach ihm construirten Säulen, bei denen der positive Erreger aus einem Amalgam bestand, die Flüssigkeit aber aus einer Salzlösung des negativen Erregers. Das Amalgam befindet sich hierbei in einem porösen Gefässe, und dieses steht in einem Gefässe mit der Flüssigkeit, in welcher sich zugleich ein gebogenes Blech des negativen Metalls befindet. Auf diese verband er folgende Körper:

Zinkamalgam	Kupfervitriollösung	Kupfer
— —	Chlorplatinlösung	Platin
Kaliumamalgam	Zinkvitriollösung	Zink
— —	Kupfervitriollösung	Kupfer
— —	Chlorplatinlösung	Platin

Um Säulen von langer, wenn gleich geringer, Wirksamkeit zu

1 Wheatstone in Phil. Trans. 1843. P. II. Ann. de Chim. et Phys. 3e Sér. T. X. p. 257.

Digitized by Google

erhalten, nahm PETER BAGRATION[1] einen wasserdichten To
füllte diesen mit Erde, benetzte sie mit concentrirter Salmiak
solution oder Chlorammoniak bis zur Sättigung, senkte ei
Kupferplatte und eine Zinkplatte hinein und sorgte dafür, dass d
verdunstende Wasser und die allmälig zerstörte Zinkplatte e
setzt wurden. Auf diese Weise erhielt er eine Säule, die M
nate lang wirksam blieb und vielleicht ganze Jahre hindu
elektrische Ströme erzeugen würde.

Säulen, nur aus einem Metalle und einer Flüssigkeit be
hend, scheinen der Natur der Sache nach unmöglich zu se
sie existiren aber dennoch, wie namentlich aus der Wirks
keit der Eisen-Eisensäule, der Gassäule u. s. w. hervorg
sobald das eine der gleichen Metallstücke auf irgend e
Weise verändert ist und demnach in der elektrischen Reihe
Körper eine andere Stelle einnimmt, mithin als ein verschie
nes Metall gelten kann. Dass hierher auch die oben (
Ozon) erwähnten Ströme gehören, welche entstehn, wenn m
einen in Ozon getauchten Platindraht mittelst eines Galvano
ters mit einem unpräparirten Platindrahte verbindet und b
in gesäuertes Wasser taucht, versteht sich von selbst. E
wichtigen Beitrag hierzu hat H. SCHRÖDER[2] durch seine Un
suchungen der elektrischen Ströme geliefert, welche Platindr
durch ungleichzeitiges Eintauchen in reines Wasser erzeug
Das gebrauchte Galvanometer hatte 4500 Windungen, und d
Anziehung, welche der Kupferdraht auf die Nadel ausübte, w
durch kleine Eisenstäbchen compensirt. Von den beiden Stück
des nämlichen $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ Lin. dicken Platindrahtes war das e
mit dem beweglichen Quecksilbergefässe des Galvanom
durch dünnen, biegsamen Kupferdraht verbunden, und tauch
etwa 1 Zoll tief in ein Glasgefäss mit destillirtem Wasser. D
andere, welches nach vorausgehendem Abreiben mit trock
Schmirgelpapier in etwa 0,5 Z. Abstand von dem ersten e
getaucht wurde, war durch Kork gesteckt, um es zur Verm
dung eines thermischen Einflusses an diesem anzufassen. D
Empfindlichkeit des Apparates war so gross, und vollkomm
Gleichheit der Drähte aus dem nämlichen Metalle ist so schwer z
erreichen, dass selbst gleichzeitiges Eintauchen zweier Enden e

1 L'Institut. XIIme Ann. N. 530. p. 65.
2 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 57.

nämlichen Drahtes, nachdem sie vorher durch Schmirgelpapier gereinigt worden waren, einen Strom erzeugte, und bloss bei Platin, Gold, Silber und Kupfer blieb die Multiplicatornadel ruhend, oder zeigte nur im ersten Momente eine Abweichung von 0,25 bis 0,5 Grad. Im Wesentlichen ergiebt sich aus den zahlreichen Versuchen, dass durch den Einfluss des Wassers auf den zuerst eingetauchten Draht dieser elektrisch negativer wird, welches nicht füglich von einer anderen Ursache, als einem beim früheren Eintauchen entstehenden und den Draht umgebenden Ueberzuge abzuleiten ist. Bei den edlen Metallen und bei Zinn ist die Wirkung des Wassers mit der Bildung dieses Ueberzugs vollendet, Eisen, Zinn, Blei u. s. w. sind im ersten Moment des Eintauchens negativer, als nachher, der Ueberzug verschwindet wieder und bildet sich aufs neue nach Massgabe der fortschreitenden Einwirkung. Nimmt man statt des destillirten Wassers andere Flüssigkeiten, so sind die Wirkungen des ungleichzeitigen Eintauchens zwar analog, werden aber durch die chemischen Einflüsse so stark und so vielfach modificirt, dass jede dieser Flüssigkeiten eine specielle Reihe eigener Versuche erfordert. Hieran schliessen sich die erwähnenswerthen Versuche Schönbein's[1] über das elektromotorische Verhalten einiger Metallhyperoxyde, namentlich des Silber- und des Blei-Hyperoxyds, des Platins und des passiven Eisens.

In Beziehung auf das Verhalten der hydroelektrischen Säule im Allgemeinen muss ich hier noch eine Untersuchung von Fechner[2] anführen, welche sich zugleich bestimmt auf eine Stelle im Wörterbuche (Bd. IV. S. 832) bezieht. Daselbst ist gesagt, dass die Intensität der ungeschlossenen Säule in der Mitte einen Indifferenzpunct habe, von da an nach beiden Seiten gleichmässig wachse und an beiden Polen gleich sey. Inzwischen bemerkt Fechner, dass dieses nur dann der Fall seyn könne, wenn die elektrischen Capacitäten (die man im Allgemeinen wohl den Oberflächen der Körper proportional setzen kann) beider Pole einander gleich und die Platten der Säule selbst unter sich gleich sind, weil namentlich in dem Masse, als die Capacität des einen Pols gegen die des andern vergrössert wird, auch seine Intensität abnimmt. Auf welche Weise

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 89.
2 Ebend. Bd. XLIV. S. 44.

Digitized by Google

sich die ungleichen Capacitäten beider Pole bestimmen lassen darüber verweise ich auf die Abhandlung selbst.

Ueber das Verhältniss der verschiedenen Wirkungen der hy droelektrischen Säulen hat neuerdings POGGENDORFF viele be lehrende Aufschlüsse mitgetheilt, die als sicher betrachtet werd können, da sie stets auf das höchst fruchtbare Ohm'sche Gesetz zu rückgeführt werden. Dahin gehört die Beantwortung der Frag ob die Intensität des elektrischen Stromes bei der Vermehrun der Elemente einer Säule bis zu einem Maximum wächst, da einen Stillstand erleidet, oder gar wieder abnimmt, wie WA KER[1] mit einer Daniell'schen Kette von 160 Elementen u DE LA RIVE[2] gefunden haben wollten. POGGENDORFF[3] ze dagegen, dass sich dieses wegen der Ungleichheit des Ueb gangswiderstandes bei den einzelnen Elementen und dem Ve hältnisse dieses zu dem Leitungswiderstande nicht allgem bestimmen lasse. Fragt es sich ferner, ob die wasserzersetzen Kraft einer Säule aus einer gegebenen Menge von Elemen oder derselben Säule, wenn deren Elemente zu kleineren Sä len combinirt sind, grösser sey, so giebt das erwähnte Ge hierüber gleichfalls befriedigende Auskunft. Es ist nä wenn i die Intensität einer Säule aus m Elementen, i' dag einer aus $\frac{m}{p}$ Elementen von p-facher Grösse combinirt, e d Menge der entwickelten Elektricität, w den Uebergangswid stand, z den Leitungswiderstand bezeichnet, alle übrige Bed gungen gleich gesetzt

$$i = \frac{me}{mw + z}; \quad i' = \frac{mep}{mw + p^2 z}.$$

Die letztere Gleichung giebt ein Maximum für $p = \sqrt{m.\frac{w}{z}}$ wodurch $i' = \frac{1}{2} e \sqrt{\frac{m}{wz}}$ wird. Man würde also z. B. bei 10 Elementen, wenn w = z wäre, also bei der Zerlegung von ge säuertem Wasser, die grösste Menge Gas in gleichen Zeit erhalten, wenn man sie zu 10 Säulen, jede von 10 Elemen

---

1 Annals of Electricity. T. III. p. 421.

2 Bibl. univ. 3me Sér. T. XVIII. p. 371.

3 Dessen Ann. Bd. XLVII. S. 125.

combinirte. Die Untersuchungen, welche POGGENDORFF[1] über die Messungen der Stromstärken angestellt hat, verdienen die Beachtung aller Physiker um so mehr, als sie auch über manche anderweitige Puncte, das Verhalten der Säulen betreffend, Auskunft geben, und es wäre wohl geeignet, den Hauptinhalt hier aufzunehmen, müsste ich nicht fürchten, diese Nachträge zu weit auszudehnen.

Dass man auch mittelst der hydroelektrischen Säule, ebenso wie mit der trocknen, bei hinlänglicher Spannung einen Funken vor dem vollkommenen Schliessen der Kette erhalten könne, ist so eben durch JOHN P. GASSIOT erwiesen. In früheren Versuchen[2] war es ihm unmöglich, eine bis 0,0002 Zoll reichende Spannung der Pole einer aus 320 Elementen bestehenden Daniell'schen Kette wahrzunehmen, und ebenso wenig gelang dieses bei einer ähnlichen mit Wasser construirten Säule von 1024 Elementen. Bald nachher berichtete ihm CROSSE[3], einen Funken zwischen zwei auf Siegellackstangen isolirten Stanniolblättchen erhalten zu haben, welche die Pole einer aus 1626 Zellen bestehenden Wassersäule bildeten. GASSIOT[4] baute daher eine neue Säule aus 3520 Paaren Kupfer- und Zink-Cylinder, deren jedes in einem zur besseren Isolirung mit Firniss überzogenen, mit Brunnenwasser gefüllten Glasbecher stand, sorgte für möglichste Isolirung der ganzen Säule, und erhielt auf diese Weise einen Apparat, welcher eine bedeutende elektrische Spannung zeigte und Funken gab. Auch mit einer Grove'schen Gassäule erhielt GASSIOT statische Spannung der Elektricität, im Minimum mit neun Elementen.

Ueber trockne Säulen hat MUNCK AF ROSENSCHÖLD[5] Untersuchungen bekannt gemacht, die sich jedoch nur auf einige Versuche JÄGER's mit Zink-Kupferplatten und zwischenliegendem Firniss oder Papier und das veränderliche Leitungsvermögen der letzteren Körper beziehen, ohne das, was seitdem in Beziehung auf diese Apparate geschehn und im Werke

---

1 Dessen Ann. Bd. LIV. S. 160. Bd. LV. S. 153 u. 43.
2 Phil. Trans. 1840. p. 184.
3 Lond. and Edinb. Phil. Mag. 1840. Sept.
4 Philos. Trans. 1844. P. I. p. 21. Lond. and Edinb. Phil. Mag. 166. T. XXV. p. 285.
5 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 193. 445.

Digitized by Google

sehr vollständig zusammengesellt ist, zu berücksichtigen, wes-
wegen sie nicht als wichtige Nachträge erscheinen könne.
Nicht unwichtig für die Lehre vom Galvanismus im Allgemei
sind die Versuche von KÄMTZ[1], wonach trockne Säulen au
aus organischen Körpern, ohne alle Mitwirkung metallisch
construirt werden können. Ausserdem verfertigte MUNCK a
ROSENSCHÖLD eigenthümlich construirte trockne Säulen, um d
ren Ladungserscheinungen zu prüfen. Sie bestanden aus a
einander geschliffenen Zink- und Kupferplatten von ungef
5 Z. Durchmesser, zwischen welche eine etwas kleinere Pl
aus dünnem sehr ebenem Druckpapier gelegt wurde, die vor
mit mässig starker Chlorzinklösung getränkt, dann nach V
dunstung des Wassers auf die eine der Platten gelegt u
durch Erhitzung völlig getrocknet worden war. Zur Erzeug
einer innigeren Berührung dienten hölzerne Klammern, wel
die beiden Metallplatten mit der zwischenliegenden Papier
stark zusammenpressten. Soll das Papier gegen aufzunehm
Feuchtigkeit geschützt werden, so darf man nur zwischen
äusseren Ränder der Metallplatten etwas geschmolzenes
bringen. Solche Ketten haben die Eigenthümlichkeit, das
der Entladung der elektrische Strom fast gänzlich vers
det und sich nur langsam wieder herstellt, indem die Zeit
ser Herstellung fortwährend wächst, so dass die Säulen
nur eine momentane elektrische Erscheinung zeigen und d
gänzlich wirkungslos zu seyn scheinen. Es wirft diese
Licht auf das Wogen der Kraft bei gewöhnlichen Sä
Was der nämliche Gelehrte über die Ladungssäulen auf
ist allerdings der Beachtung werth, scheint mir aber aus
was über das Verhalten der Leiter der Elektricität bek
ist, in so weit von selbst zu folgen, dass eine ausführ
Mittheilung hier nicht eben nöthig seyn dürfte.

Die Kenntniss und die richtige Ansicht dieser letzte
Säulen, der durch RITTER so genannten Ladungssäul
ist beträchtlich erweitert und genauer festgestellt durch d
neuesten Untersuchungen POGGENDORFF's[2], auf welche ber
oben (Art. **Polarisation,** elektrische) hingedeutet ist. V
Anfange an leitete man die Wirkungen der Ladungssäulen v

1 Schweigger's Journ. Bd. LVI. S. 1.
2 Dessen Ann. Bd. LX. S. 568. Bd. LXI. S. 593.

iner Polarisation ab, sofern homogene Metalle, z. B. zwei 'latinplatten, welche als Elektroden in eine Flüssigkeit geaucht durch den elektrischen Strom polarisirt werden, daurch einen Gegenstrom erzeugen und den Hauptstrom bedeund schwächen. Der Gegenstrom ist zwar von kurzer Dauer, lein von bedeutender Stärke. Mehrere solche Platten, auf leiche Weise polarisirt, geben dann die Ritter'sche Ladungsiule, zu deren Erregung man bisher vielelementige Ketten rwandte und ihren Strom dennoch nie bis zur Stärke des sprünglichen erhöhte. POGGENDORFF, welcher auch die neue rove'sche Gassäule für eine Ladungssäule hält, änderte die herige Construction derselben ab. Sind mehrere Platinatten zu je zwei, deren eine H, die andere O heissen möge, Zellen mit gesäuertem Wasser geordnet, so pflegte man ber jedes H der einen Zelle mit dem O der nächsten zu inden und den Strom einer kräftigen Säule durch die ganze ihe zu leiten; statt dessen verband er alle H mit dem Zink l alle O mit dem Platin einer Grove'schen Säule, wodurch sämmtlich polarisirt werden, indem sich alle H mit Wasstoff und alle O mit Sauerstoff überziehn, und zwar ebenso rk, als wenn nur ein einziges Paar polarisirt wäre. Wer- diese Platten dann zur Säule verbunden, so erzeugen sie plötzlicher Trennung von der primären Säule einen elekchen Strom, welcher zwar von kurzer Dauer, aber von to grösserer Energie ist, je mehr Platten wirksam und je rker sie polarisirt sind, weswegen die Stromstärke der Zahl Platten nicht direct proportional seyn kann. Dieses folgt h daraus, dass die secundäre Säule für jedes Aequivalent sser, welches in der primären zersetzt wird, die Bestandile des in ihr zersetzten Wassers aufnimmt, weswegen jede n Zellen nur $\frac{1}{n}$ Aequivalent erhalten kann und die den sedären Strom erzeugende Wiedervereinigung dieser Aequiente bei gleichem Widerstande in $\frac{1}{n}$ der zur Erzeugung ererlichen Zeit geschehn muss. Um daher die Trennung der ndären Säule von der primären und die Leitung des Stro- der ersten durch geeignete Elektroden in schneller Folge bewerkstelligen, verfertigte POGGENDORFF aus Kupferdraht Wippe nach Art der gewöhnlichen Commutatoren, womit

Digitized by Google

durch den Druck des Fingers diese Operation 200 bis 300 Ma
in einer Minute bewerkstelligt werden konnte[1]. Bei ein
angestellten Versuche mit einer kleinen primären Säule na
Grove'scher Construction lieferten 4 Plattenpaare platinirt
Platins von 2,5 Quadratzoll Fläche einer jeden in 1 Minute b
80 Wechseln des Commutators 5 bis 6 Kubikcentimeter Kn
gas, und bei der Anwendung von nur 2 Zellen der Ladung
säule 1,5 Kubikcentimeter. Aus dem Faraday'schen Gese
lassen sich übrigens verschiedene Folgerungen in Bezieh
auf die chemischen Wirkungen der secundären Säule ablei
Eine etwas stärkere primäre Säule entwickelt eine Menge G
in der secundären beim Stillstande der Wippe, bei der Be
gung derselben hört diese dagegen auf, weil die Zersetzung
sofort in Wiedervereinigungen übergehn. Die Polarisation
Platinplatten hat übrigens nach den Versuchen von L
Wheatstone und Daniell eine Grenze, die, wie Poggend
meint, schon durch zwei Elemente einer Grove'schen S
erreicht wird, und mit einer solchen liesse sich also eine
cundäre Säule durch Vermehrung der Plattenpaare und lä
Einwirkung der primären so weit laden, dass sie beträ
Erschütterungen und Funken zu geben vermöchte, was
durch die Erfahrung bestätigt worden ist, da Poggendorf
einer einfachen Grove'schen primären und einer secundären
vier, drei, zwei Paaren und selbst einem Paare platinirter P
tinplatten Funken erhielt. Die Dauer des secundären Strom
kurz; lässt man aber die primäre eine Minute lang wirk
dauert die Wasserzersetzung der secundären anderthalb M
ten. Schliesslich möge noch bemerkt werden, dass man
geeignete Einrichtung des Commutators den Strom der p
ren mit dem der secundären vereinigen und dadurch ein
deutende Verstärkung erhalten kann.

Säuren. VIII. 161. Bestimmung des Mischungsverhältnisses der
dünnten aus dem specifischen Gewichte. IV. 1571.
Saftbewegung in Pflanzen. II. 53.
Sahara. Africanische Wüste. III. 1135.
Sahel. Africanische Wüste. III. 1136.
Saiten, schwingende und tönende. VIII. 190. IX. 1271.

---

1 Diese Wippe ist genau von ihm beschrieben worden in de
Annalen. Bd. LXI. S. 586.

icin. IX. 1712.
miak. natürlicher. IX. 2272. Salmiakgeist. VIII. 1054.
peter. salpetersaures Kali. V. 839. Salpetergas', Salpetersäure.
III. 1052. 1053. Salpetersäuredampf, latente Wärme desselben. II.
91. Salpeterstoff. VIII. 1052.
sen. Schlammvulcane. IX. 2321.
ze und **Salzbilder.** VIII. 161. 162.
äther, Salznaphtha. IX. 1701. Dichtigkeit des Dampfes.
I. 398.
lager. Ursprung derselben. S. **Meer.** VI. 1652.
lösungen. Bestimmung des Mischungsverhältnisses durch das
pecifische Gewicht. IV. 1572. in langen Röhren stehend verändert
ich die Dichtigkeit nicht. VI. 1644. Gefrieren derselben. X. 942.
ieden. 1015.
quellen (in Deutschland). deren Temperatur. S. **Quellen.**
II. 1087.
säure. II. 94. soll nach Pacchiani aus Wasser gebildet wer-
n. IV. 901. widerlegt durch Davy. 902.
saures Gas. wird tropfbar flüssig. IV. 1020.
soole. Ausdehnung derselben durch Wärme. I. 625.
spindel. I. 352. IV. 1576.
thon. Gebirgsart. III. 1089.
melglas. II. 165.
um. heisser Wind. X. 1918.
l. vulcanischer. III. 1102. Fortführung erzeugt Versandungen.
. 1304.
larach. I. 399.
ebenen. III. 1134. Sandstein, Gebirgsart. 1087. von Fon-
ebleau. 1093. bunter. 1089.
ahr. S. **Uhr.** IX. 1107.
wirbel. X. 1636. 1911. 1924.
hir. Corund. I. 285.
s. Periode der Chaldäer. IV. 263.
en. Russischer Faden. VI. 1346.
liten. S. **Trabanten.** IX. 1022.
n. VIII. 163. dessen Atmosphäre. I. 514. Elemente seiner Bahn.
I. 164. Gestalt desselben. 165. dessen Ring. 167. Lichtpuncte
dem Ringe. 171. Einfluss des Ringes auf den Planeten. 173.
sen Trabanten. IX. 1062. und seculäre Bewegung. 1249.
rkleesalz. V. 842.
rstoff und dessen Verbindungen. VIII. 176.
rstoffgasgebläse. S. **Gebläse.** IV. 1157.
en. Process des Saugens. I. 266.
pumpe. S. **Pumpe.** VII. 948.
schwungmaschine. Langsdorff's. II. 82. V. 521.
ventilator. IX. 1624.
graphie. S. **Perspective.** VII. 424.

Digitized by Google

Schachmaschine. S. **Automaten.** I. 655. VI. 1019.
Schäfchenwolken. X. 2282.
Schafhäutchen zu Aërostaten. I. 242.
Schafloch. Eishöhle. III. 151.
Schall. VIII. 178. Ton und Klang. 179. 277. Entstehung des Sch les. 180. durch regelmässige Vibrationen. 182. IX. 1271. Sch gungsbogen und Schwingungsknoten, Schallwellen. 187. 191. elastischer Körper. 188. longitudinale, transversale und dre Schwingungen. 189. schwingende Saiten. 190. IX. 1271. Fl lettöne. VIII. 192. Meertrompete. 193. Doppeltöne. 197. lon dinale Schwingungen. 198. 202. schwingende Stäbe. 199. violine und Strohfiddel. 200. Hammertöne des Pythagoras. 20 schwindigkeit der longitudinalen Schwingungen verschiedener per. 210. drehende Schwingungen. 214. gekrümmte Stäbe. gespannte Membranen. 220. die Aeoline. 222. Elastische Sch 226. Schallfiguren. 227. deren Verhältniss zu den Tonhöhen. Einfluss der Gestalt der Scheiben. 240. Becken. 249. Tam oder Gong-Gong. 250. King. 251. longitudinale Schwi der Scheiben. 256. Glocken. 261. Schwingungen elastischer sigkeiten. 266. IX. 1270. der Luft in Röhren. VIII. 269. 273. Töne durch secundäre Schwingungen. 274. Zerschre Gläser. 286. irdene Gefässe in Theatern. 288. akustische der Säle. 290. absolute Menge der Schwingungen. 291. 2453. Sirene. VIII. 296. Stösse oder Battements. 302 LER's Messungen. 310. Stimmung der verschiedenen Orches Combinationstöne. 315. Nebentöne. 326. Tonverhältniss Grundton, Intervall, Accord, Tonleiter, Fortschreitung. 331. nischer Dreiklang. 333. Schwingungsmengen der Töne. 33 peratur und Schwebung. 341. Intervalle und Harmonie. 34 sikalische Instrumente. 345. Glasharmonica. 346. Euphon lison. 347. Streichwalze, Clavicylinder, Panmelodion, Chalyb 348. Terpodion, Harmonichord, Panflöte. 349. Pfeifen. 352 werkzeuge und Zungenpfeifen. 360. Mundharmonica. 364. oder Aeolodicon und Symphonium. 369. Scheng. 370. mel. 371. Orgel. 372. Menschenstimme. 373. Pfeifen Munde. 383. Umfang der Menschenstimme. 385. Fortpflanzung Schalls. 388. durch atmosphärische Luft. 389. 489. Versuch theoretische Bestimmungen durch NEWTON. 404. LAPLACE's rie. 412. DULONG's Untersuchungen. 421. Einwendungen LAPLACE's Hypothese. 424. anderweitige Bedingungen der fortpflanzung. 431. Einfluss des Windes. 431. der Nacht. 43 Sonometer. 442. Messungen der Entfernung durch den Schall Interferenzen der Schallwellen. 447. V. 773. Fortpflanzung Schalles durch Röhren. VIII. 451. unsichtbare redende Frau Sprachrohr. 459. Sprachgewölbe und Flüstergallerie. 467. pflanzung durch Gase. 469. DULONG's Versuche. 481. Fortpfl durch Wasser. 483. durch feste Körper. 491. nach Versuchen

nach Theorie. 495. angewandt auf das Stethoskop. 497. und Mikrophon. 498. Intensität und Dauer des Schalles. IX. 1298. Wahrnehmung des Schalls. VIII. 500. Umfang der wahrnehmbaren Töne. 502. Theorie der Undulationen. IX. 1269. Geschwindigkeit in der Luft. 1283. in festen und flüssigen Körpern. 1286.

Zus. Ueber die Schalllehre in ihren verschiedenen Zweigen sind nicht unwichtige neue Untersuchungen hinzugekommen; da aber das Ganze nicht wesentlich dadurch umgestaltet worden ist, so werden der nöthigen Kürze wegen Andeutungen der hauptsächlichsten genügen. Page und Delezenne [1] gewahrten Töne, welche durch elektrische Ströme zwischen den Schenkeln eines Magnetes erzeugt wurden, überzeugten sich aber bald, dass diese Ursache nur eine scheinbare sey. Dass Stahlstäbe, nach Art der Stimmgabeln gebogen, stark tönen, davon kann man sich schon durch Versuche mit den Lamellen, woraus die Magnete bestehn, überzeugen. In neuester Zeit hat man gekrümmte Stahldrähte statt der Glocken auf Thürmen in Anwendung gebracht, weil sie weit wohlfeiler sind und wegen geringeren Gewichts die Gebäude weniger beschweren. In den Schlaguhren gebrauchte man schon seit längerer Zeit solche helltönende Stahldrähte. Am fleissigsten hat Savart bis an seinen Tod die von ihm stets mit grossem Eifer bearbeitete Schalllehre zu erweitern gesucht. Unter seine neuesten Forschungen gehören die über die eigentliche Beschaffenheit der Sandanhäufungen auf schwingenden Flächen [2] und über die sogenannten Stösse [3]. Nicht minder thätig auf diesem Gebiete war Caignard-Latour. Von ihm verdienen vorzugsweise erwähnt zu werden die Untersuchungen über longitudinale Schwingungen einer Wassersäule [4] und über das Organ der Menschenstimme. Durch Versuche mit Röhren, in denen die Stimmbänder und das Organ der Epiglottis künstlich nachgebildet war, ergab sich, dass der Ton, welcher durch die künstliche Stimmritze hervorgebracht worden war und durch einen Luftstrom zur zweiten Stimmritze gelangte, modificirt und der menschlichen

1 Bibl. univ. de Genève. T. XVI. p. 398. 406. Vergl. Poggendorff n. Bd. LXIII. S. 530.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. LXV. p. 337.

3 L'Institut. 1839. p. 462. 1840. p. 6. Vergl. hierüber Röber in re's Repertorium der Physik. Berl. 1839. Bd. III. S. 1 ff.

4 Ann. de Chim. et Phys. T. LXVI. p. 280.

Digitized by Google

Stimme ähnlicher wurde. Selbst wenn die erste Stimmritze keinen Ton gab, kam derselbe durch Hinzufügen der zweiten zum Vorschein, obgleich er durch diese letzte allein nicht erzeugt wurde[1]. Wenn K. F. S. LISCOVIUS[2] fand, dass die Weiten der Mundhöhle nicht im gleichen Verhältniss zur Tiefe der Töne stehn, als dieses bei bauchigen Gläsern gefunden wird, so liegt hiervon die Ursache einfach in dem Umstande, dass der Ton im bauchigen Raume des Glases erzeugt wird, bei der Mundhöhle aber, durch die Stimmritze bereits entstanden, vorhanden ist.

Die ausführlichsten und gehaltreichsten Untersuchungen über Schwingungen elastischer Membranen mit Beziehung auf die Stimmen der Menschen und Thiere hat JOH. MÜLLER[3] angestellt; sie schliessen sich an die von BIOT, CAIGNARD-LAT... und HENLE gemachten Versuche, das Stimmorgan durch elastische Membranen nachzubilden, an und können hier wegen ihrer Ausführlichkeit nicht vollständig mitgetheilt werden, vielmehr gestattet der Raum nur einige der wesentlichsten Thatsachen herauszuheben. Unter die Hauptversuche gehören diejenigen, welche er mit Streifen einer dünnen Membran von Kautschuck anstellte, die er über die Mündung eines Rohrs oder einen Rahmen so spannte, dass entweder der Luftstrom durch den schmalen Raum zwischen den beiden Seiten des Streifens und des Rahmens, oder zwischen dem die Hälfte der Rohröffnung schliessenden Streifen und einem die andere Hälfte schliessenden festen Deckel, oder endlich zwischen zwei die beiden Hälften verschliessenden Streifen durchging. In diesen Fällen bildete der Apparat eine Mundharmonica mit elastischen Membranen; indess gab auch ein über die Oeffnung eines Rohrs gespannter schmaler Streifen Kautschuck einen Ton, wenn er durch einen perpendiculär gegen den Rand oder schräg von der Mitte aus gegen ihn gerichteten, durch ein kurzes Röhrchen geblasenen Luftstrom in Schwingungen versetzt wurde.

---

1 L'Institut. 1843. N. 482.

2 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 100. Vergl. über die Weite ... Labialpfeifen MÜLLER ebend. Bd. LXIII. S. 380.

3 Handbuch der Physiologie des Menschen u. s. w. 1840. Bd. ... S. 149 bis 245. Vergl. Ueber die Compensation der physischen Kr... am menschl. Stimmorgan. Berl. 1839.

Digitized by Google

wobei die Höhe des Tones durch stärkeres Anblasen vergrössert werden kann, übrigens aber im umgekehrten Verhältniss der Länge des Rohrs wächst. Die Breite der Spalte zwischen zwei Membranen hat keinen Einfluss, doch hört der Ton ganz auf, wenn sie zu gross wird; merkwürdig ist aber, dass der Ton zweier Membranen tiefer ist als der, welchen jede einzelne giebt, wenn in diesem Falle beide den nämlichen Ton geben. Findet letzteres nicht statt, so treten vielfache Modificationen ein. Müller verfertigte Mundstücke mit membranösen Zungen, indem er über dem offenen Ende eines kurzen Rohres zwischen zwei Holzplättchen eine schmale Membrane spannte, oder die eine Hälfte mit einem Holzplättchen, die andere mit einer Membrane bedeckte, oder beide Hälften mit zwei sich nahe berührenden Membranen überspannte, oder endlich zwei sich berührende Kautschuckstreifen über eine längliche, der Axe des Rohrs parallele Oeffnung spannte. Diese Mundstücke steckte er in 1 Zoll weite Röhren, deren Länge dem Tone der für sich angeblasenen membranösen Zunge zugehörte, verlängerte dann diese Röhren durch Ansatzstücke bedeutend, erhielt aber im Allgemeinen keine den Verlängerungen correspondirende Töne, oder nur in einzelnen Fällen, was daraus erklärlich seyn dürfte, dass die Vibrationsmengen durch die membranösen Zungen vorzugsweise und schwer veränderlich bestimmt werden und sich hiernach die Schwingungsknoten der Luftsäule in den Röhren bilden, mit Ausnahme der wenigern Fälle, in denen die Längen der Luftsäulen in den Röhren das stärker bedingende Element abgeben. Merkwürdig war dabei das Zurückspringen des durch Verlängerung des Ansatzrohrs tiefer gewordenen Tones auf den ursprünglichen und der Umstand, dass durch partielle Bedeckung der Endöffnung der Ansatzrohre die Töne tiefer, aber auch höher wurden. Um den Einfluss der Anspruchrohre oder Windrohre (vergl. Bd. VIII. S. 376) zu prüfen, diente ein Mundstück aus einer 0,5 Z. langen Röhre, dessen Oeffnung zur Hälfte mit einer Holzplatte bedeckt, über die andere Hälfte eine Membrane dicht anliegend gespannt war. Dieses wurde entweder mit dem Munde angeblasen und mit Ansatzröhren von wachsender Länge versehn, oder ohne Ansatzröhre mittelst eines Windrohres von gleichfalls wachsender Länge zum Tönen gebracht. In beiden Fällen nahm die Tiefe der Töne mit der

Verlängerung der Röhre zu, bis zur Unteroctave, und spr dann auf den ursprünglichen Grundton zurück. Ansatzr und Windrohr vereint, die übrigens bei der Menschenst durch den Raum vor den unteren Stimmenbändern und die L röhre mit den Bronchien gegeben sind, compensiren si nicht, sondern wenn die Tonhöhe durch das eine gege ist, wird sie durch das andere verändert, bis die gegen tigen Einwirkungen gleich sind. In Beziehung auf den U sprung der beim Pfeifen mit dem Munde, beim Horne u. s. erzeugten Töne tritt Müller den im Werke enthaltenen A sichten völlig bei. Hinsichtlich des Ursprungs der Zungent erklärt er sich gegen die Ansicht, als liege die Ursache den Unterbrechungen des Luftstromes, wie bei der Sirene, s diese vielmehr in den, wenn auch an sich unwahrnehmbar Vibrationen der Zungen. Wenn Andere, namentlich We die schwingende Luftsäule als eigentliche Ursache des T angeben, so sprechen diese von dem starken, klangvollen T der nur durch longitudinale Schwingungen der Luftsäule Rohre entstehn kann, die aber, gleichsam als secundäre, i Ursprung den Schwingungen der Zungen verdanken. hebt Müller den bedeutenden Umstand hervor, dass die T der elastischen Membranen durch stärkeres Anblasen merkl in die Höhe gehn, statt dass sie bei starren Zungen da etwas tiefer werden. Die Ursache hiervon setzt er m Wahrscheinlichkeit darein, dass die stärker strömende Luft d fortdauernde Einwirkung der Membrane eine mehr besch nigte Bewegung mittheilt, indem sie aus dem Strome ge und bei der Rückschwingung keine volle Excursion bee sondern vor deren Vollendung wieder zurückgetrieben w dagegen sollen starre Zungen durch schwaches Anblasen n in ihrer ganzen Länge zum Schwingen kommen und d einen höheren Ton geben. Zur genauen Feststellung Thatsächlichen muss ich bemerken, dass W. Weber[1], auf w chen sich Müller beruft, zwar vollkommen Recht hat, er sagt: eine nachklingende Stimmgabel und Saite geht in die Höhe, allein hiervon lässt sich kein Schluss auf plötzlichen starken Impuls machen; denn wenn man eine St gabel heftig anschlägt oder eine Saite stark stösst oder r

1 Poggendorff Ann. Bd. XIV. S. 402.

so ist der Ton höher, geht sofort in den normalen über und wird beim schwachen Nachklingen wieder höher. Die Ursache der anfänglichen Erhöhung des Tones liegt wohl ohne Zweifel bei den Saiten und vermuthlich auch bei den Stimmgabeln in der stärkeren Anspannung, die Erhöhung beim späteren Nachklingen dagegen dürfte wohl in den stark verminderten Excursionen, den kleineren Schwingungsbogen zu suchen seyn, welche, als pendelartig, bekanntlich in kleineren Zeiten vollendet werden. Bei den Zungenapparaten findet das Nachtönen nicht statt, denn mit dem Aufhören des Luftstromes verschwindet der Ton augenblicklich. Sofern aber die membranenförmigen elastischen Zungen an beiden Enden befestigt sind, müssen sie eine mit der Stärke des Luftstromes wachsende Spannung erhalten, woraus dann die Erhöhung des Tones von selbst folgt; bei starren Zungen findet die Befestigung nur an einem Ende statt, und hiermit fällt die Hauptbedingung weg, ihr Verhalten aber erfordert eine ausführlichere Untersuchung, als hier gestattet ist, denn es hat allerdings seine Richtigkeit, dass der Ton einer Zungenpfeife mit Windrohr durch stärkeres Anblasen herabgeht, bei einer gemeinen Mundharmonica, einem flachen Bleche mit messingnen Zungen aber geht im Gegentheil beim stärkeren Anblasen mit dem Munde der Ton bis zu einem ganzen Tone in die Höhe. Eine Erklärung dieser widersprechenden Erscheinungen weiss ich nicht anzugeben.

In specieller Beziehung auf die Stimme der Menschen benutzte Müller die im Wörterbuche nicht berücksichtigten Untersuchungen von Mayo [1], Malgaigne [2], Bishop [3] und Lehfeldt [4]; die vorzüglichste Beachtung verdienen aber seine eigenen Erweiterungen dieses Problems, wovon hier eine kurze Uebersicht wohl unerlässlich ist. Die Resultate stützen sich auf Versuche, welche er mit ausgeschnittenen menschlichen Stimmwerkzeugen anstellte, wobei er die Verengerungen und Erweiterungen der Stimmritze, wie sie im Leben durch die Mus-

1 Outlines of human physiology.

2 Archiv. gén. de Médic. N. 25.

3 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 53. 54. 55. T. IX. p. 201. 69. 349.

4 Dissert. de vocis formatione. Berol. 1835.

keln hervorgebracht werden, durch Fäden, die mittelst Ge-wichten angezogen wurden, bewerkstelligte. Die untern Stimmbänder geben bei enger Stimmritze durch Blasen von der Luftröhre aus volle und reine Töne, die aber durch die obe-ren Stimmbänder und den Kehldeckel, welche gleichfalls mit-schwingen, stärker werden. Die Töne entstehn am leichte-sten, wenn der hintere Theil der Stimmritze geschlossen ist, sie bleiben sich aber auch ohne dieses bei gleicher Spannung der Stimmbänder gleich, ohne Einfluss der grösseren oder ge-ringeren Weite der Stimmritze, auch geben ungleich gespannte Stimmbänder in der Regel nur denselben Ton. Stossen die gleich gespannten Stimmbänder beim Schwingen an einem Theil ihrer Länge an einander, so entsteht ein höherer Ton, und bei geringer Spannung derselben sind die Töne klingender, wenn sie sich berühren, als wenn sich eine enge Oeffnung zwischen ihnen befindet; in beiden Fällen aber bleibt die Höhe unverän-dert, welche fast ganz von der Spannung abhängt, ohne dass jedoch dabei das für künstliche Membranen aufgefundene Ge-setz der Quadratwurzeln der spannenden Kräfte Anwendung findet. Die Töne lassen sich durch Spannung um etwa zwei Octaven erhöhen und werden darüber hinaus schreiend und unangenehm; durch künstliche Erschlaffung derselben mittelst zurückdrückender Gewichte lassen sich dann noch Töne her-vorbringen, die über eine Octave tiefer sind. Merkwürdig ist das Ergebniss, dass sich bei schwacher Spannung der Stimm-bänder zwei ganz verschiedene Register hervorbringen lassen, nämlich die tiefen Töne der Bruststimme, die höheren und höchsten der Falsetstimme; bei einiger Spannung kommen die Falsettöne zum Vorschein und Brusttöne bei grosser Abspan-nung, bei schwacher Spannung werden beide Arten durch die Stärke des Blasens bedingt und der Falsetton kommt bei ganz schwachem Blasen leicht zum Vorschein. Die hohen Töne sind übrigens keine Flageolettöne, wobei ein Theil des tönenden Körpers einen Knoten erhält, vielmehr werden beide Register dadurch bedingt, dass bei den hohen Tönen nur die Ränder der Stimmbänder, bei den tiefen die ganzen Stimmbänder mit grossen Excursionen lebhaft schwingen, wie zuerst Lehfeldt beobachtet hat. Zur eigentlichen Erzeugung dieser beiden Arten von Tönen sind also die übrigen Theile des Sprachor-gans nicht erforderlich. Der Unterschied der Höhe der Töne

bei Weibern und Männern beruht auf der ungleichen Länge der Stimmbänder, denn es fand sich die mittlere Länge bei Männern in Ruhe = 18,25 Millim., bei stärkster Spannung =23,3, bei Weibern in Ruhe = 12,6, bei stärkster Spannung = 15,6 Millim., wonach also das Verhältniss im Ganzen 3:2 ist. Bei gleicher Spannung lässt sich der Ton durch stärkeres Blasen bis zu etwa einer Quinte und darüber in die Höhe treiben; durch den rückgehenden Luftstrom (beim Einziehn der Luft) entsteht gar kein Ton und nur zuweilen ein tiefer rasselnder. Die Erzeugung eines Schwingungsknotens durch leise Berührung der Stimmbänder hat höhere Töne zur Folge, die Länge des Windrohrs aber hat keine solchen Wirkungen, als bei einer Kautschuckzunge, und Müller glaubt daher mit Recht, der wenig veränderlichen Länge der Luftröhre allen Einfluss auf die Tonhöhen absprechen zu müssen. Das doppelte Ansatzrohr des menschlichen Stimmorgans, Mundrohr und Nasenrohr, wirkt hinsichtlich der Tonhöhe nur als ein einfaches und verändert bloss den Klang. Auch der Kehldeckel scheint keinen weiteren Einfluss zu haben, als dass er beim Herabgedrücktwerden den Ton etwas tiefer und dumpfer macht. Der Gaumenbogen verengert sich und das Zäpfchen verkürzt sich bei höheren Brusttönen und den Falsettönen, bei gleich hohen Tönen ist der Isthmus faucium gleich eng und selbst die Berührung der Gaumenbogen mit den Fingern ändert den Ton nicht.

Nach allem diesen ist das menschliche Stimmorgan ein Zungenwerk mit doppelten membranösen Zungen und Fechner's[1] Einwurf hiergegen, dass während geöffnet bleibender Stimmritze gar kein Ton entstehn könnte, verwirft Müller als mit der Erfahrung nicht übereinstimmend; auch darf ich aus eigener Erfahrung wohl hinzusetzen, dass weder die Blätter der Clarinetten, noch die Rohre der Hoboen und Fagotts, mindestens bei den tiefen Tönen, völlig geschlossen sind, indem in diesem Falle gar kein Ton entsteht. Endlich darf man nur von einer unten verschlossenen Stange des gewöhnlichen Schilfrohrs an einer Stelle die äussere harte Rinde wegnehmen, die innere feine Haut mit einem Risse versehn und hineinblasen, um einen Ton zu erhalten, welcher sichtbar durch

1 Handbuch der Experimentalphysik von Biot. Bd. II. S. 148.

die Vibrationen des dünnen Häutchens entsteht. Auch die An-sicht von DODART und LISCOVIUS, wonach die Höhe und Tiefe der Töne von der geringeren und grösseren Weite der Stimm-ritze 'abhängt, zeigt sich nach den mitgetheilten Erfahrungen MÜLLER's als unrichtig.

Von den vielen Nachweisungen über die Menschenstimme glaube ich folgende aufnehmen zu müssen. Bei den tiefen Tönen steigt der Kehlkopf herab und das Ansatzrohr wird länger; das Gegentheil findet bei den höheren Tönen statt, auch rücken die Gaumenbogen zusammen und das Zäpfchen wird so viel kürzer, je höher die Töne werden. Indess sind nicht die Falsettöne, wohl aber die des Räusperns und Schna-chens Töne der Gaumenbogen und des Gaumensegels. Im Alter verliert die Stimme an Klang durch die Ossification der Kehlkopfknorpel und die Veränderung der Stimmbänder, an Sicherheit durch Abnahme des Imperiums der Nerven auf die Muskeln und das hier, wie überhaupt, entstehende Zittern der Bewegung. Durch anhaltende Anstrengung ermüden die Mus-keln und die Stimme verliert für einige Zeit ihren Klang, dessen (den aller andern Instrumente an Schönheit und Voll-kommenheit überbietende) Vorzüge von der dauernden Weich-heit und gleichmässigen Spannung der im lebenden Zustande sich lange gleichbleibenden Apparate herrührt.

Ueber das Pfeifen mit dem Munde hat MÜLLER am Ende (S. 220) noch einige Sätze hinzugefügt, die zum Theil der oben gegebenen Erklärung des Ursprungs dieser Töne wider-sprechen, wiewohl jene mir noch immer die allein richtige zu seyn scheint. Durch Reibung der Luft an den Rändern der Oeffnung kann nicht wohl ein Ton entstehn, weil eigentliche Reibung flüssiger Körper nicht stattfindet. Gegen die ange-führte Behauptung von CAIGNARD-LATOUR, dass die nämlichen Töne des gewöhnlichen Pfeifens auch dann erhalten werden, wenn man eine durchlöcherte Korkscheibe zwischen die Lippen nimmt (wobei ich voraussetze, dass die inneren weichen Häute beider Lippen, denen die Töne ihren Ursprung verdanken, wirklich die Korkscheibe in ihrer ganzen Ausdehnung auf bei-den Seiten berühren und sonach nicht frei schwingen), kann ich nichts anderes antworten, als dass ich diesen Versuch erst selbst sehen müsste, ehe ich das Resultat für erwiesen halte. Voll-kommen richtig dagegen ist der Versuch MÜLLER's selbst, wo

ach man durch einen zwischen die Lippen gehaltenen harten örper mit einem Loche einen pfeifenden Ton beim Einziehen er Luft erhält. Dieser entsteht indess durch den Strom der uft, welcher durch die Oeffnung dringend die Luft in der inerhalb der Lippen gebildeten Höhlung zum Vibriren bringt, hlt aber, wenn man nach aussen bläst, zum Beweise, dass e durch eine Oeffnung ins Freie strömende Luft keinen Ton, uf jeden Fall keinen so tönenden, als ihn das Pfeifen mit dem unde giebt, höchstens nur etwa einen rauschenden oder einen schenden, hervorzubringen vermag. Uebrigens beziehe ich mich auf e von mir im Wörterbuche (Bd. VIII. S. 383) angegebenen Gründe.

Ueber die Fortpflanzung des Schalls durch Wasser stellte ENNYCASTLE[1] Versuche an und folgerte daraus Resultate, die t denen von COLLADON früher gefundenen nicht übereinstimen. Letzterer unterwarf sie daher einer kritischen Prüfung, ellte aber zugleich eine neue Reihe Versuche mit etwas veränrten Apparaten auf dem Genfer See an, wobei die Entfernung 000 Meter betrug, die jedoch vollkommen alles dasjenige beitigten, was er vorher gefunden hatte[2].

Eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen, die sich auf die hallwellen, deren Reflexion und Interferenz beziehen, hat N. VART[3] bekannt gemacht. Dieser fand, dass das Geräusch m Rasseln eines auf dem Strassenpflaster fahrenden Wagens, es Wasserfalls, des heftig aus einer Oeffnung strömenden mpfes, der wirbelnden Trommeln, des Windes in Bäumen, s Meeres u. s. w., wenn es von einer ebenen Wand reflect wird, durch die vereinten auffallenden und reflectirenden llen Töne erzeugt, die in bestimmten Entfernungen abwechnd zum Vorschein kommen und verschwinden. Da in einem räusch die sämmtlichen Töne der diatonischen Tonleiter entten sind, so mass er mittelst eines auf die die Schallwellen lectirende Mauer lothrecht gerichteten und horizontal gehalen Massstabes die Entfernungen, wo diese zum Vorschein nen. Heisst dann der erste, am Ausgangspuncte entstehende n willkürlich C, so waren die gemessenen Abstände und die

---

S. Biblioth. univ. T. XXII. p. 380. Août 1839.

L'Instit. 1841. 9me Ann. N. 401. Bibl. univ. de Genève. N. 68. s in Edinb. New Phil. Journ. N. LXIII. p. 91.

Compt. rend. T. VII. p. 1068. Daraus in Poggendorff Ann. LVI. S. 458.

berechneten Wellenlängen, die des ersten am Ausgangspu
entstehenden als Einheit angenommen, folgende:

Töne	Abstände von der Mauer	Berechnete Wellenlängen
C	1,00	$1 \times 1 = 1{,}000$
D	0,90	$1 \times \frac{8}{9} = 0{,}889$
E	0,81	$1 \times \frac{4}{5} = 0{,}800$
F	0,76	$1 \times \frac{3}{4} = 0{,}750$
G	0,67	$1 \times \frac{2}{3} = 0{,}667$
A	0,61	$1 \times \frac{3}{5} = 0{,}600$
H	0,54	$1 \times \frac{8}{15} = 0{,}533$
c	0,50	$0{,}5 \times 1 = 0{,}500$
d	0,45	$0{,}5 \times \frac{8}{9} = 0{,}444$
e	0,41	$0{,}5 \times \frac{4}{5} = 0{,}400$
f	0.38	$0{,}5 \times \frac{3}{4} = 0{,}375$
g	0,34	$0{,}5 \times \frac{2}{3} = 0{,}333$

Hierauf wurden Versuche mit einer Glocke gemacht, di in einem Abstande von etwa 40 bis 50 Meter von glatten Wand befand. Heissen dann die Puncte, wo di flectirten Töne am stärksten waren, Knoten, diejenige sie verschwunden schienen, Bäuche, so betrug der ge sene Abstand des ersten Knotens etwas mehr als eine Wellenlänge, die übrigen stimmten aber so genau, al Messung dieses verstattete, mit den Wellenlängen, soga Rücksicht auf die bei den Versuchen stattfindende Tem überein. Es folgt hieraus, dass ebene Flächen das Ver haben, einen jeden Ton zu verstärken; allein dann mus tönende Körper einen gewissen Abstand von der reflecti Ebene haben, welcher nach der Höhe des Tones versch ist. Zugleich liegt hierin eine gewisse Beziehung auf den CHLADNI aufgestellten Satz, dass jedes Zimmer für die Be einer gewissen Tonart am geeignetsten sey.

Neuerdings will FERMOND [1] aufgefunden haben, dass ein d eine Glasröhre getriebener Luftstrom nur dann einen To zeuge, wenn er eine schraubenförmige Bewegung um die Axe

1 Compt. rend. 1843. T. XVII. p. 800. T. XVIII. p. 171. Pogg dorff Ann. Bd. LXII. S. 576.

öhre annimmt. Um diese hervorzubringen, verstopfte er eine lasröhre am einen Ende mit einem Korkstopfen, in dessen mfang einige schraubenförmig gewundene Canäle eingeschnit- n waren, und um die hierdurch entstehende schraubenförmige ewegung der Luftsäule im Innern der Glasröhre wahrzuneh- en, blies er Tabacksrauch durch die Einschnitte im Korke. as einfache, so gebildete Instrument nennt er Helikophon. as schraubenförmige Fortlaufen der longitudinalen Schwin- ıngen hohler tönender Glasröhren ist bekannt. Die Luft- hwingungen in cylindrischen Röhren sind theoretisch unter- ıcht durch W. Hopkins [1], welcher dann zugleich die auf diese 'eise erhaltenen Resultate durch Versuche geprüft hat. Auch die n A. Pinaud [2] entdeckten Töne, welche entstehen, wenn die Thermometerröhren geblasenen Kugeln erkalten, verdienen er erwähnt zu werden. Pinaud leitet ihren Ursprung von der den Röhren haftenden Feuchtigkeit ab, die in Dampf ver- ındelt ausströmt und dann ein Wiedereinströmen der Luft ranlasst, wonach die Erscheinungen sich denen der chemi- :hen Harmonica anschliessen. Als Gesetze für diese ine fand er auf, dass unter sonst gleichen Umständen die ine desto tiefer sind, je länger die Röhre ist, bei gleich lan- n Röhren aber, je grösser die Kugel ist, dagegen desto hö- :, je weiter die Röhre.

Ueber die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls rch die Luft sind sehr schätzbare Versuche hinzugekommen, lche zugleich dazu dienen, das durch Stampfer und Myr- :n (Bd. VIII. S. 397) erhaltene Resultat zu bestätigen, wo- :h das Aufsteigen oder Herabgehen der Schallwellen auf die rtpflanzungsgeschwindigkeit keinen Einfluss hat. Die Ge- der A. und C. Bravais und Martins stellten diese Versu- an, indem sie im September 1844 auf dem Faulhorn und en dem Dorfe Tracht unweit Brienz Böller abfeuerten und Zeit massen, binnen welcher der Schall die gerade Strecke schen beiden Stationen durchlief. Der Weg des aufsteigen- Schalles betrug 9624,2 Met. mit einer Steigung von 2116,4 t., des herabgehenden 9677,4 Met. mit einer Senkung von

---

Trans. of the Cambridge Philos. Soc. T. V. P. II. p. 231. Pog- ff Ann. Bd. XLIV. S. 246.

L'Institut. 1837. N. 131. p. 366. Poggendorff Ann. Bd. XLII.

Digitized by Google

2041,5 Meter. Fände ein Einfluss des Aufsteigens oder He-
abgehens statt, so würde nach den Versuchen die grös-
Geschwindigkeit dem herabgehenden Schalle zukommen, w-
mit den theoretischen Ansichten über den Uebergang der W-
len aus einem dünneren Medium in ein dichteres wohl in W-
derspruch stehen dürfte, und der geringe Unterschied darf d-
her wohl als Beobachtungsfehler gelten. Zur Zeitmess-
dienten geprüfte Chronometer und Secundenzähler, nament-
die von Breguet, welche durch einen sinnreichen Mechanism-
Zehntel einer Secunde zu messen gestatten; die Temper-
wurde mittelst verglichener Thermometer und der Feuchtigk-
zustand mittelst des Psychrometers bestimmt. Aus 34 an d-
Abenden angestellten Versuchen ergiebt sich die Geschwin-
keit des Schalls in trockner Luft und für den Schmelzp-
des Eises = 332,37 Meter in 1 Secunde, welches von d-
durch die holländischen Physiker erhaltenen, nach dem neu e-
gefundenen Coefficienten für die Ausdehnung der Luft = 0,00-
corrigirten Resultate = 332,25 Meter um nicht mehr als 0,-
Meter abweicht[1].

Schaltjahr. S. **Jahr.** V. 667. **Schalttage.** IX. 43.
Schanab. S. **Strahlenbrechung.**
Schatten. VIII. 506. Kernschatten und Halbschatten. 507. ge-
und umgekehrter. 509. der Sonne in geographischer Beziehung. 5-
gefärbte. 512. Erklärung derselben. 519. des Jupiter. IX. 1-
des Mondes auf der Erdoberfläche bei Sonnenfinsternissen. 1-
Bestimmung desselben bei gegebenen Körpern. 1770. Schattenze-
nung. S. **Perspective.** VII. 435.

Zus. Ueber die Entstehung der farbigen Schatten h-
Pohlmann[2] eine auf Versuche gegründete neue Theorie a-
stellt. Zuerst widerlegt er die älteren Erklärungshypothes-
und eine weniger allgemein bekannt gewordene, bei der V-
sammlung der Naturforscher zu Berlin veröffentlichte v-
Münchow, wonach das in einem gegebenen Raume vorhand-
farbige Licht die Eigenschaft haben soll, von einem frem-
in eben diesen Raum eindringenden, Lichte den ihm selbst-
sprechenden Antheil zu absorbiren und nur das complemen-
Licht durchzulassen. Unter den erwähnten Versuchen sind-
nige neu, es dürfte indess hinsichtlich derselben zu bemer-

---

1 Compt. rend. T. XIX. p. 1164.
2 Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 319.

yn, dass man sich bei der Beobachtung farbiger Gegenstände rch Röhren sehr vor Täuschungen zu hüten habe, wie aus m (Bd. I. S. 504) Gesagten genügend hervorgeht. Gegen s Hauptresultat, welches POHLMANN gefunden zu haben glaubt, mlich, dass die Bläue des Himmels zur Erzeugung der blauen hatten wesentlich mitwirke, hat FECHNER[1] unwiderlegliche gumente aufgestellt, welcher zugleich bemerkt, dass durch ne eigenen Erörterungen über die durch den Contrast erugten Farben keine positive Erweiterung unserer Kenntnisse ungen sey, sie vielmehr dazu dienen, den unnöthigerweise rückten früheren Standpunct wieder herzustellen. Beachtensd nachahmenswerth ist aber eine Vorrichtung, welche derselbe seinem grossen dunklen Zimmer angebracht hat, wodurch h die gefärbten Schatten ausnehmend gut darstellen und überupt Versuche über subjective Farben bequem anstellen lassen. dem einen der Fensterläden sind zwei quadratische Oeffnunn von 6 par. Zoll Seite und 2 Fuss Abstand ihrer Mitten horizontaler Ebene angebracht, mit Fugen an den oberen l unteren Seiten, um in ihnen theils undurchsichtige Schei- zur Veränderung des Lumens, theils farbige Gläser anzungen. Lässt man durch das eine mittelst eines farbigen ses gefärbtes Licht, durch das andere Tageslicht einfallen, kann man letzteres mittelst des Schiebers so weit modifici-, dass die gefärbten Schatten den höchsten Grad der Intenit erreichen. Mit Anwendung dieser Vorrichtung hat der hst verdiente, eben hierdurch aber zur innigen Betrübniss ner zahlreichen Freunde und Verehrer des freien Gebrauchs ner Augen beraubte Gelehrte die gehaltreichen Versuche über gefärbten Schatten und die diesen nächst verwandten subtiven Farben angestellt, die von allen denen nicht vernachsigt werden dürfen, die sich mit diesem Gegenstande beschäfen und wovon einige der wichtigsten Momente beim Art. hen nachgetragen worden sind.

ufelwerke. S. **Hydraulik.** V. 520.

um. Entstehung und Beschaffenheit. VI. 460.

el und dessen Verbindungen. VIII. 522.

ffel. Kornmass. schlesischer. VI. 1323. preussischer. 1332. däscher. 1343. baierscher. 1367.

---

[1] Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 137 ff. Bd. L. S. 433.

Digitized by Google

Scheibenmaschinen. elektrische. III. 413. deren Constructio
430 bis 447. Vergleichung mit Cylindermaschinen. 465.
Scheidekunst. S. **Chemie.** II. 92.
Scheintod durch Elektricität geprüft. VIII. 406.
Scheitelkreis. VIII. 522. **Scheitellinie.** Verticallinie.
Scheitelpunct. X. 2398.
Scheng. musikalisches Instrument. VIII. 370.
Schieferthon. Gebirgsart. III. 1088.
Schiefsehen. IV. 1419.
Schielen. dessen Ursachen. IV. 1417.
Schiesspulver. VIII. 524. X. 263. Zusammensetzung;
setzung beim Verbrennen. 525. Nichtentzünden im Vacuum.
Entzündung durch den Flaschenschlag. IV. 394.
Schiffe. Gesetze ihres Schwimmens. Bau und Belastung. VIII.
Schifffahrtskunde. Literatur derselben. VI. 1584.
Schiffsbarometer. I. 777. 790. **Schiffscompass.** II.
Schiffsdocken. V. 583. **Schiffspfund,** dänisches. VI.
Schiffsrechnung. VI. 452. **Schiffswaage,** schwed.
S. **Waage.** X. 34.
Schild, so viel als Deckel, des Elektrophors. III. 733.
Schillern der Farben. X. 2448.
Schlag. elektrischer. IV. 377. VIII. 527. Schlagweite. 528. III.
Geschwindigkeit derselben. VIII. 530. Stärke und Gew
CUTHBERTSON'S Auslade-Elektrometer. 538. starke Schläge
zen Metalldrähte. 541. und oxydiren sie. 542. erzeugen
545. desoxydiren. 547. bewirken Phosphorescenz. 550.
Magnetismus. 552. Wirkungen auf lebende Wesen. 553. und
zen. 554. Schläge bei medicinischer Elektricität. III. 397.

Zus. Ueber die Schlagweite der Batterien hat P. Riess Untersuchungen angestellt, durch welche die ältere (Bd. S. 529) Ansicht Berichtigung findet, wonach die Schlag der Stärke der Ladung direct und dem Leitungswider der den Strom leitenden Körper umgekehrt proportional soll. Bei der Anwendung der vollkommensten und sehr vollkommener Leiter war die Schlagweite gleich und die suche bestätigten daher die Formel, wonach $d = b \frac{q}{s}$ ge wird, wenn d die Schlagweite, q die Elektricitätsmenge die Grösse der Fläche der Flasche, worauf sie verbreitet und b die Schlagweite für die zur Einheit gewählte La bezeichnen. Wird die Batterie nach dem ersten Schlage neue bis zum abermaligen Ueberspringen des Funkens geladen

1 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 1 ff.

so kann man aus der hierzu erforderlichen Elektricitätsmenge len bei der ersten Entladung verschwundenen aliquoten Theil ler Ladung finden. Eine abermalige Versuchsreihe zeigte, dass lie bei der ersten Entladung verschwindende Elektricitätsmenge lieselbe ist, der Stromleiter bestehe aus gut oder minder voll- ommen leitenden Metallen. Es mag hier noch bemerkt wer- len, dass unter den günstigen Bedingungen, namentlich der Trockenheit der Luft, unter denen diese Versuche angestellt rurden, nahe $\frac{11}{13}$ der ganzen Ladung beim ersten Funken ver- chwanden, wenn nicht bloss die metallenen Leiter, Kupfer der Platin verändert, sondern auch die Kugeln des Entladers it kleinen Scheiben vertauscht oder der Schliessungsbogen urch einen Zwischenraum von 0,3 Lin. zwischen zwei Ku- eln unterbrochen wurde. Macht man hiervon eine Anwen- ng auf das gewöhnliche Entladungsverfahren, wobei die Ku- el des Entladers der Kugel der inneren Belegung successiv s zur Berührung genähert wird, so folgt, dass bei der Ent- rnung beider Kugeln = d zuerst $\frac{11}{13}$ der Ladung verschwin- n, und die Kugel muss dann bis $\frac{2}{13}$ der anfänglichen Ent- rnung näher kommen, damit eine zweite Entladung erfolgt, rch welche $\frac{11}{13} \times \frac{2}{13}$ der Ladung verschwindet; bei einer iteren Annäherung bis $\left(\frac{2}{13}\right)^2 . d$ wird abermals eine Entla- ng von $\left(\frac{2}{13}\right)^2 \times \frac{11}{13}$ erfolgen. Bei den Versuchen war die fängliche Entfernung 1,5 Linien, wonach die nachfolgenden

1,5; 0,23; 0,035; 0,0055

wesen seyn würden, die sich sehr bald der Berührung nä- rn. Aber selbst die erste Entladung ist nicht instantan, wie h daraus ergiebt, dass ein grösserer Theil der Ladung zu- ckbleibt, wenn durch den Funken ein Theil des Leiters zer- irt und dadurch der Strom unterbrochen wird. Wurde in n Leiter des Stromes eine Glasröhre mit Wasser eingeschal- t, deren Länge 8,3 Zoll, Dicke 4,5 Lin. betrug und deren den mit Kupfer eingefasst waren, von welchem Spitzen in s Innere hineinragten, so war die bei gleicher Schlagweite

Digitized by Google

durch die erste Entladung verschwundene Elektricitätsmeng geringer und betrug nur $\frac{1}{8}$, indem $\frac{7}{8}$ in der Batterie zurück blieben. Die hindernde Wirkung konnte indess, wie bei d eintretenden Zerstörung eines Theils des Leiters, erst währ der Entladung ihren Einfluss äussern, und es folgt hier also, dass auch die erste Entladung selbst successiv erfol Um sich dieses klarer vorzustellen, muss man Folgendes b rücksichtigen. Wäre im ersten Momente der Entladung Theil der Elektricität verschwunden, so müssten die Kug einander näher gerückt werden; allein wenn man sich meh in unmessbar kleiner Zeit sich folgende Funken denkt, wird durch jeden vorhergehenden die zwischenliegende Luf weit verdünnt, dass der folgende durchdringen kann, bis einer Grenze, wobei eine grössere Annäherung der Kugeln forderlich ist. Alles dieses bezieht sich indess nur auf Schlagweite, die unabhängig von der Leitungsfähigkeit Stromleiters bloss durch die Dichtigkeit der Elektricität a Batterie bedingt wird; der Knall und das Leuchten des F kens nehmen aber bedeutend ab, wenn die Leitung vol kommener wird, ausser wenn der Funke einen festen leiter, als Kartenpapier, Glas, Glimmer u. s. w., durchb indem dann der Fall eintritt, als wenn ein Theil des L zerstört wird. Man kann, wie mir scheint, den Grund hie darin suchen, dass die successiven Entladungen in Folg Hindernisse langsamer erfolgen, die Zerstörung gleichfalls mälig, bis mit der wirklichen Trennung zugleich die S der Entladungen zusammenfällt und den heftigen Knal zeugt.

Schlagwinkel. der Flügel beim Fliegen. IV. 463.
Schlamm der Flüsse. VIII. 1213.
Schlammvulcane. S. **Vulcane.** IX. 2321.
Schleifen zum Behuf des Polirens. X. 2454.
Schleimsäure. IX. 1697. **Schleimzucker.** 1713.
Schlemmen der Erze. Theorie. VIII. 1103.
Schlepphund beim Göpel. VII. 1142.
Schleuder. älteres Wurfgeschoss. I. 697.
Schleuse. S. **Hydraulik.** V. 527. trockene. III. 73.
Schliessungszuckung beim Froschpräparate. IV. 596. 716.
Schlossen, so viel als **Hagel.** V. 30.
Schmelzen der Körper. X. 938. Tabelle der Schmelzpunct
Schmelzbarkeit. IX. 1944. **Schmelzpulver.** V. 8
Schnarchen, das. S. **Schall.**

hnarcher. magnetische Granitblöcke. VI. 644.
hnecke. in Taschenuhren. VII. 1361. im Ohre. IV. 1206. Wasserschraube. VII. 965.
hneckengebläse. IV. 1140.
hnee. VIII. 555. Gestalt der Flocken. 556. Einfluss der Höhe auf sein Fallen. 559. Temperatur beim Fallen. 560. Staubschnee. 562. Schneestürme. 563. X. 1938. Menge des Schnees. VIII. 565. und des enthaltenen Wassers. 568. Schneewasser. 570. enthält Eisenoxyd mit Mangan. I. 475. rother Schnee. VIII. 572. dessen Elektricität. VI. 487.
ineeblindheit. IV. 1417. VIII. 571.
ineegrenze. III. 1020. untere und obere. 1026. IX. 352.
inellfluss. schneller Fluss, Schmelzpulver. V. 840.
inellkraft. S. **Elasticität.** III. 167.
inellwaage. X. 30. hydraulische. VIII. 1183.
oenus oder **Schoenium.** ägyptisches Mass. VI. 1232. 1234. 1243.
öpfmaschine. S. **Pumpe.** VII. 969.
öpfräder. S. **Hydraulik.** V. 521.
oppen, würtembergischer. VI. 1363. baierscher. 1367. hessischer. 1372. badischer. 1376.
raube. VIII. 575. gewöhnliche. 576. Mikrometerschraube. 579. 31. mit mehreren Gängen. 581. 584. ohne Ende. 582. Anwenung derselben zu Winden. 585. Hunter'sche. X. 8.
aubenmikrometer. S. **Mikrometer.** VI. 2175. und **ikroskop.** 2261.
eibmaschine. I. 653.
itt. ägyptischer. VI. 1232. **Schrittzähler.** V. 272. VII. 303.
öpfkopf. Ursache des Festsitzens. I. 266.
otwaage. X. 1267.
sselapparat. S. **Säule.** VIII. 20. 38.
arzkohle. III. 1108. 1109.
ebung der Töne. VIII. 341.
efel und dessen Verbindungen. VIII. 586. schweflige und hwefelsäure. 588. Vitriolöl, hydrothionige Säure. 589. Hydroonsäure, Chlorschwefel u. s. w. 590. 591. vulcanisches Product. . 2273. wechselndes Flüssigwerden. IV. 498. 499. X. 974.
efeläther. Gefrieren. X. 968. **Schwefelätherdampf** n 44°,44 Siedepunct) latente Wärme. II. 291. des reinen. 292. . seine Elasticität. 361. Dichtigkeit. 393. unter andern Dämn bestehend. 400.
efelalkohol. (Schwefelkohlenstoff.) V. 913.
efelgeruch beim Blitze. I. 1031. S. **Ozon.**
efelkalium. V. 844.
efelkiespendel. deren geheime Wirkungen. V. 1016.
efelkohlenstoff. V. 913. zu aplanatischen Linsen verndt. VI. 444. Ausdehnung durch Wärme. X. 929. Gefrieren. 969.

Elasticität des Dampfes. II. 369. X. 1089. und Dichtigkeit. II. [illegible] X. 1107.

Schwefelphosphor. VII. 479. **Schwefelquecksilb[illegible]** (Zinnober). VII. 1022.

Schwefelquelle. S. **Quelle.** VII. 1106.

Schwefelregen. VII. 1229.

Schwefelsäure. absorbirt Gase. I. 69. Ausdehnung derselben. 920. Gefrieren. 965.

Schwefel-Silber. VIII. 800. **-Strontium.** 1221. **-Ta[illegible]** IX. 89. **-Tellur.** 232. **-Vanad.** 1600. **-Zink.** [illegible] **-Zinn.** 2417.

Schwefelwasserstoffgas. tropfbar-flüssig gemacht. IV. [illegible] Gefrieren. X. 970.

Schwefligsaures Gas. tropfbar-flüssig gemacht. 1018. 10[illegible] frieren. X. 969.

Schwere. I. 344. 346. Bestimmung des Begriffs und Untersch[illegible] Gewicht. IV. 1487. VIII. 591. gleiche Eigenschaft aller [illegible] 592. erzeugt das Gewicht. 594. Beweis der dem Quadr[illegible] Entfernung umgekehrt proportionalen Kraft. 596. verschwi[illegible] Centrum der Erde. 600. Falllinie. 602. trifft nicht überall [illegible] trum der Erde. 603. geocentrische Breite. 604. Ungleich[illegible] Schwere auf der Erdoberfläche durch Gestalt der Erde. 605. [illegible] die Schwungkraft. 608. durch beide vereint. 611. beding[illegible] geschwindigkeit. 612. Länge des einfachen Secundenpe[illegible] Neuere Versuche zur Bestimmung der Fallgesetze. 616. F[illegible] die Erde. 617. ALDINI's Fallmaschine. 619. Tag- und [illegible] Schwere. 621. Einfluss der Sonne und des Mondes. 622. [illegible] derselben durch das Reciprocationspendel. 623. Ursache der Sch[illegible] 624. negative Schwere. 637. allgemeine, s. **Gravitation.** 1614.

Schwerhörigkeit. S. **Gehör.** IV. 1212. 1214.

Schwerpunct. magnetischer. I. 30. Mittelpunct der Schwe[illegible] 639. praktisches Mittel, ihn empirisch zu finden. 640. al[illegible] Methode seiner Bestimmung. 641. bei Linien. 642. bei F[illegible] 646. bei Körpern. 650. praktische Regeln für verschieden [illegible] tete Linien, Flächen und Körper. 652. hohler Körper. 657. [illegible] stützungen des Schwerpunctes. 658. drehende Beweg[illegible] der schottische Tänzer. 662. Ruhen und Fallen der Körper [illegible] ziehung auf Unterstützung des Schwerpunctes. 662. nament[illegible] den Aequilibristen. 666. Burzelmännchen und chinesische Pupp[illegible]

Schwerspath. I. 941*.

Schwimmen [1]. das Schwimmen. VIII. 669. bedingt durch das [illegible] cifische Gewicht der Körper. 670. Passevin. 671. der G[illegible]

---

1 Ueber die Kunst zu schwimmen ist vorzüglich zu empf[illegible] Kleines Lehrbuch der Schwimmkunst zum Selbstunterricht u. s. w. [illegible] J. C. F. GUTSMUTHS. 2. Aufl. 1834.

chen und Sonnenstäubchen. 672. der Nähnadeln. I. 198. Nachträge zu Aräometer. VIII. 673. specifisches Gewicht der Holzarten. 680. Cartesianische Teufelchen. 683. Schwimmen der Menschen. 684. Schwimmapparate. 685. Rettungsboote, Lebensboote. 687. Tonnen, Baken, Boyen. 688. Kameele. 689. Gleichgewicht schwimmender Körper, Metacentrum. 691. Bau und Belastung der Schiffe. 699. Künstliches Schwimmen der Fische. 701. der Thiere. 702. der Menschen. 703. Wassertreten. 709. Taucher. 710. Rettung der Ertrunkenen. 711. Vergl. **Mechanik.** VI. 1489. 1557.

wimmer, kleine in Alkohol. VIII. 670. Cartesianische. 683. zum Messen der Geschwindigkeit der Flüsse. VIII. 1178.

wingungsbögen, Schwingungsknoten tönender Körper. VIII. 187.

wung. Mittelpunct desselben. VI. 2298.

wungkraft. II. 76. 77. der Erde. IX. 1143.

wungrad der Dampfmaschinen. II. 442. 475.

lla. S. **Meer.** VI. 1594.

undenpendel. Länge desselben. IV. 9. VII. 355. VIII. 614.

Secundentheiler. Breguet's. VII. 398. **Secundenzähler.** VI. 1003.

, die See. S. **Meer.** VI. 1585. **See,** Landsee. VIII. 713. Verbreitung der Seen. 714. Grösse. 715. Tiefe und Wassergehalt. 718. Farbe ihres Wassers. 720. gefärbte. 723. salzige. 724. das todte Meer. 727. dessen Wasser. 728. Natronseen. 730. nehmen Flüsse auf. 730. Kaspisches Meer. 730. dessen Vertiefung. 733. Bewegungen derselben, namentlich Seiches. 736. deren Ursachen beim Genfersee. 739. Fontainen und aufsteigende Luftblasen. 740. Temperatur. 740. IX. 583.

Zus. Der See Schiramibu in Persien gleicht ausnehmend dem todten Meere. Er nimmt 14 Flüsse auf, die, wie rt gewöhnlich, als Bergströme während der Schwellen sehr sserreich, sonst aber klein sind, und giebt kein Wasser , ausser durch Verdunstung. Sein Bette wird zunehmend her [1].

Ueber dem todten Meere ruht nach Schubert [2] stets ein ker Nebel, so dass die Einwohner von Jericho die südlichen isten nie zu Gesicht bekommen. Die Ursache hiervon soll dem Mangel dort herrschender Luftströmungen liegen. Ohne veifel ist hierbei die von Schubert gefundene Vertiefung der

---

1 Morier's zweite Reise durch Persien u. s. w. Weim. 1820. S. 311.
2 Reise in das Morgenland in den Jahren 1836 und 1837. Erlan- 839. Bd. II. S. 440. Berghaus Ann. d. Länder- und Völkerkunde. N. 167. S. 328.

Digitized by Google

ganzen Gegend, in welcher dieser See den tiefsten Punct bi-det, mitwirkend, denn nach seinen Bestimmungen der Einse-kung dieses Landstriches liegt der See 598, der See Gene-zareth 535 und Jericho 528 par. Fuss unter dem Spiegel de mittelländischen Meeres. Ein ähnliches Resultat aus barom trischen Messungen erhielten MOORE und BEEK; und CALLIE fand sogar aus barometrischen und thermobarometrischen Me sungen die Vertiefung des todten Meeres 608 Meter unter d Spiegel des mittelländischen Meeres. Hiermit stimmen die A gaben BERTOU's[2] nahe überein, doch können seine Messung nicht für genau gelten, da sie nach zerbrochenem Barome mit einem Thermometer gemacht wurden. Dagegen sind d Messungen RUSSEGGER's[3], welcher alle erforderliche Data b stimmt angiebt, so genau, als sie mittelst des Barometers e halten werden, und hiernach liegt Jericho 717, der Badep der Pilger am Jordan 1291 und das todte Meer 1341 p Fuss unter dem Spiegel des mittelländischen Meeres. Die g nauesten Bestimmungen sind durch das Nivellement des en schen Lieutenants SEYMOND[4] gegeben, wonach der Sp des todten Meeres 1231 und der des Sees Tiberias 314 p Fuss unter dem Spiegel des mittelländischen Meeres lieg

Um die streitige Frage über die Depression des Kaspi Meeres definitiv zu entscheiden, bestimmte Kaiser NICOL eine Summe von 50,000 Rubeln zu einem Nivellement zwisc dem asow'schen und kaspischen Meere, ausgeführt durch FUSS, SADLER und SAWITSCH. Als Endresultat aus den v schiedenen Berechnungen[5] beträgt die Vertiefung im Mittel engl. oder 76,3 par. Fuss.

---

1 L'Instit. 6me Ann. N. 254. Compt. rend. T. VII. p. 798.

2 Bullet. de la Soc. de Géographie. T. X. p. 274.

3 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 179.

4 Edinb. New phil. Journ. N. LXVII. p. 178.

5 Aus Bullet. Scientif. de l'Acad. de St. Petersb. T. II. p. T. III. p. 27. 117. 366. T. IV. p. 241. AL. SAWITSCH: Ueber die des Kasp. Meeres und der Hauptspitzen des Caucasischen Gebirges. D 1839. G. SADLER: Beobacht. über die irdische Strahlenbrechung. D 1839. zusammengestellt durch POGGENDORFF in dessen Ann. Ergänz. S. 352. Die Ungleichheit der Resultate beruht auf der Art der Bere nung der Strahlenbrechung.

Ueber die Seiches (franz. Sèches) im Genfersee hat L. L. Vallée eine eigene Hypothese aufgestellt[1]. Hiernach leitet er sie von tiefen unterirdischen Höhlen ab, deren Wasser durch unterirdische Canäle mit dem Genfersee in Verbindung stehn sollen. Er setzt diese Behälter unter das Mer de Glace, und da die Canäle durch den Frost verstopft werden, so findet das Phänomen im Winter nicht statt. Die Hypothese ist gewagt und lässt das plötzliche Eintreten des Phänomens unerklärt.

ee-Charten. VI. 107. **Seehose.** Wettersäule. X. 1635. **Seeuhr.** Chronometer. II. 100. **Seewasser.** S. **Meer.** VI. 1619. dessen Salzgehalt. 1625. und Salze. 1646. Ausdehnung. X. 918. Gefrieren. 942. **Seewind.** 1901.

gner'sches Wasserrad. II. 419. V. 552. VII. 1186. S. **Mühle.**

ehe, die, oder Pupille. I. 533.

ehen, das. Nachtrag zu **Auge** und **Gesicht.** VIII. 743. Bau des Auges und seiner Theile. 744. Wesenheit des Sehens. 745. Adjustirung des Auges für nahe und ferne Gegenstände. 746. Sehen unter Wasser. 750. Weitsichtigkeit, Kurzsichtigkeit, Optometer. 751. Zerstreuungsbilder. 755. Brillen. 755. Pseudoblepsis. 756. physiologische Farben. 758. Achrupsie der Augen. 763. Dauer des Lichteindrucks, Thaumatrop. 766. Phänakistiskop, Phantaskop, Phantasmaskop, stroboskopische Scheiben. 771. Daedaleum. 774. Farbenkreisel. 775. Einfachsehen mit zwei Augen. 776.

Zus. Ueber die Functionen des Auges ist verschiedenes Neues hinzugekommen, wovon Einiges hier berührt werden möge. Dahin gehören drei Memoiren über den Bau des Auges und die Theorie des Sehens von Vallée[2].

Betrachtet man das Auge als optisches Werkzeug, so gehören genaue Messungen der Dimensionen seiner Theile und des Brechungsvermögens seiner Flüssigkeiten zu den wichtigsten Elementen. Was die Messungen betrifft, so hat C. Krause seine bereits (Bd. VIII. S. 744) erwähnten bedeutend vervollständigt, und obgleich man schon vorher wusste, was auch aus oberflächlichen Messungen hervorgeht, dass namentlich die Krümmung der Hornhaut nicht kreisförmig ist und dass die beiden Flächen der Linse weder unter sich völlig gleich, noch gleichfalls genau kreisförmig sind, so ist es doch sehr wich-

1 Compt. rend. T. XV. p. 173.
2 Ebend. T. XIV. p. 481.

tig, die sämmtlichen Curven genauer zu bestimmen, und es ver- dienen daher diese schätzbaren Bemühungen die dankbare Aner- kennung der Physiologen. Zwar kann und muss vielmehr wohl wenn man allzuweitläuftige Rechnungen vermeiden will, derje- nige Theil der Flächen, welcher bei der Erzeugung der Bild thätig ist, als kreisförmig betrachtet werden, allein es gewä doch einen grossen Gewinn, die Halbmesser dieser Kreise a der genaueren Kenntniss der Krümmungen schärfer zu bestim men. Bei den hier nachträglich nebst den älteren zu erwä nenden Messungen[1] dienten hierzu frische Augen solcher Pe sonen, die eines gewaltsamen Todes gestorben waren, und Verfahren bestand darin, diese in Wasser mit etwas Eiw vermischt zu durchschneiden, sie dann unter einem aplanatisch Mikroskope von 5,5 Lin. Schfeld. und zwölfmaliger Vergrö rung zu betrachten und die Grössen mittelst mikrometri Apparate zu bestimmen. Diese zur Ergänzung der im We enthaltenen hier mitzutheilen scheint mir der Vollständigk wegen erforderlich; die Messungen wurden bis auf Hunde einer par. Linie genau gemacht, und aus den so erha Abscissen und Ordinaten die Radien, Parameter und Ax der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Hiernach ge ben acht verschiedene Augen folgende Grössen.

No.	Axe des Auges äussere	Axe des Auges innere	Augapfel Durchmesser transversaler	senkrechter äusserer	senkrechter innerer	diagonaler grosser äusserer	diagonaler grosser innerer	[illegible]
I	10,9	9,85	10,9	10,8	9,9	11,25	10,3	—
II	11,05	10,0	....	10,3	9,4	11,1	10,2	11[illegible]
III	10,7	9,8	10,7	10,5	9,6	11,0	10,2	10[illegible]
IV	10,5	9,5	10,6	10,3	9,5	10,9	10,1	10[illegible]
V	10,8	9,55	10,9	10,55	9,6	11,3	10,35	11[illegible]
VI	10,8	9,55	11,0	10,6	9,45	11,3	10,2	11[illegible]
VII	10,65	9,4	10,75	10,3	9,45	10,7	9,6	10[illegible]
VIII	10,65	9,45	10,75	10,3	9,15	10,9	9,75	10[illegible]

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 527.

Hornhaut

No.	Dicke in der Mitte	Dicke am Rande	Vorderfläche Sehne senkrechte	Vorderfläche Sehne transversale	Vorderfläche Sehne diagonale	Vorderfläche Radius = r	Vorderfläche grösster Bogen	Hinterfläche Sehne	Hinterfläche Parameter = p
I	0,4	0,5	. . .	4,6	. . .	4,38	63° 21′	5,1	6,14
II	0,35	0,5	4,8	5,3	4,9	4,12	80 3	5,0	5,55
III	0,4	0,5	. . .	5,0	. . .	3,67	83 52	5,1	5,28
IV	0,4	0,45	4,7	5,2	. . .	3,91	83 21	5,2	6,22
V	0,5	0,55	4,4	5,0	4,9	3,84	81 14	5,0	6,18
VI	0,48	0,55	4,4	5,0	4,9	3,78	82 48	5,0	5,59
VII	0,53	0,63	4,2	4,7	4,4	3,86	75 0	5,0	5,54
VIII	0,5	0,62	4,2	4,6	4,4	3,72	76 23	4,9	4,31

No.	Sklerotica Dicke in der Augenaxe	Sklerotica Dicke am mittleren Umfange der Augenaxe	Sklerotica Dicke am vorderen Rande	Faltenkranz Durchmesser d. Faltenkranzes	Faltenkranz Entfernung von der Hornhaut	Blendung Breite der inneren Hälfte	Blendung Breite der äusseren Hälfte	Pupille Durchmesser	Pupille Entfernung v. d. Hornhaut
I	0,55	0,45	0,35	4,2	1,55	1,7	1,9	1,8	1,0
II	0,5	0,35	. . .	4,6	1,70	1,5	1,75	2,25	1,15
III	0,45	0,4	0,35	4,4	. . .	1,1	1,4	2,6	1,25
IV	0,5	0,4	0,3	4,5	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
V	0,65	0,4	0,3	4,6	1,55	1,7	1,9	1,4	1,1
VI	0,65	0,5	0,3	4,6	1,55	. . .	. . .	. . .	1,1
VII	0,55	0,5	0,4	4,3	1,4	1,6	1,8	1,5	0,9
VIII	0,6	0,5	0,4	4,3	1,4	1,8	2,0	1,2	0,9

Digitized by Google

No.	Linse: Durchmesser	Axe: der ganzen Linse	Axe: der vorderen Hälfte	Axe: der hinteren Hälfte	Vorderfläche: halbe grosse Axe = a	Vorderfläche: halbe kleine Axe = b	Vorderfläche: Entfernung v. der Hornhaut	Hinterfläche: Parameter = p	Hinterfläche: Entfernung von d. Retina
I	4,1	2,0	0,85	1,15	2,05	0,95	1,2	4,49	6,65
II	4,0	1,9	0,78	1,1	2,0	0,91	1,35	4,92	6,8
III	4,1	2,4	0,98	1,42	2,0	1,14	1,25	4,99	6,1
IV	4,1	2,2	0,95	1,25	2,05	1,10	1,35	4,51	5,9
V	4,0	1,85	0,65	1,2	2,03	0,83	1,25	4,83	6,4
VI	4,1	2,35	0,8	1,55	1,95	0,98	1,2	4,53	6,0
VII	4,0	1,8	0,78	1,02	2,03	0,95	1,0	4,09	6,55
VIII	4,0	1,85	0,85	1,0	2,0	0,94	1,0	3,79	6,55

Hintere Wölbung.

Axe des Ellipsoids der hinteren Wölbung.

No.	halbe grosse	halbe kleine	No.	halbe grosse	halbe kleine
I	5,12	4,45	V	5,14	4,58
II	5,05	4,15	VI	5,05	4,43
III	5,12	4,23	VII	5,05	4,41
IV	5,07	4,41	VIII	4,93	4,19

Folgende, im Mittel aus Messungen an verschiedenen Au[illegible] erhaltene Bestimmungen in par. Lin., obgleich minder wi[illegible] verdienen dennoch hier noch aufgenommen zu werden:

Durchmesser des Sehnervenloches in der Sklerotica . . . 1,3
— — — — Choroidea . . . 0,35
Dicke der Choroidea am hintern Umfange des Augapfels 0,0[illegible]
— — — — mittleren — — — 0,0[illegible]
Länge der vorderen Fläche des Orbiculus ciliaris . . . . 1,[illegible]
— — inneren — (oder grösste Dicke) . . . 0,4[illegible]
Durchmesser des Ringes 5,0
Ganze Länge der Processus ciliares 1,1
Grösste Höhe — — — 0,38
Länge des vorderen Randes 0,4
Dessen Entfernung von der Uvea . . . . 0,2[illegible]

Dicke der Iris am Ciliarrande	0,13
— — — Annulus minor	0,19
— — — Annulus maior	0,29
Dicke der Retina am hinteren Augapfel	0,073
— — — mittleren —	0,037
Länge der Centralfalte	1,42
Höhe — —	0,52
Höhe des Markhügels	0,26
Abstand seines Mittelpunctes vom hinteren Ende der inneren Augenaxe	1,46

Die Richtungen und Endpuncte der Durchmesser des Augapfels wurden nach den Berührungsstellen der geraden Muskeln mit dem grössten Umfange des Bulbus bestimmt; der grosse diagonale Durchmesser geht von innen (Nasenseite) und oben nach aussen (Schläfenseite) und unten, der kleine diagonale Durchmesser von aussen und oben nach innen und unten. Die grösste Breite der Hornhaut liegt nicht genau im transversalen Durchmesser des Bulbus, sondern etwas nach dem grossen Diagonaldurchmesser hingeneigt. Bei der Messung der innern Augenaxe vom Mittelpuncte der hinteren Fläche der Hornhaut bis zur Basis der Centralfalte der Retina ist auf die Höhe dieser Falte nicht Rücksicht genommen worden, weil sie beim Durchschneiden des Auges stets so stark verletzt wird, dass man ihre Höhe aus vielen andern Messungen annähernd bestimmen muss. Eigentlich ist also die innere Augenaxe um so viel, als diese Höhe beträgt, grösser, und dieses bezieht sich auch auf den Abstand der Linse von der Netzhaut und auf die halbe kleine Axe der hinteren Wölbung der Retina. Die andern Axen des Ellipsoids der hinteren Wölbung können in den Augen, die im grossen diagonalen Durchmesser durchschnitten sind, nicht durch unmittelbare Messung erhalten werden, ergeben sich aber approximativ aus den äusseren Durchmessern des Bulbus durch Abziehen der Dicke der Sklerotica. Die Uebersicht der Tabelle ergiebt, dass die verschiedenen Augen selbst hinsichtlich der Verhältnisse der einzelnen Theile verschieden sind, woraus zugleich erklärlich wird, warum dieselben Personen mit beiden Augen ungleich sehen. Eine Mittheilung der aus den Messungen und deren Berechnung erhaltenen Resultate zeigt, dass nach einer zehnmal grösseren Wahrscheinlichkeit die Krümmungen der Bestandtheile des Auges nicht kreisförmig sind, sondern den angenommenen Curven zugehören.

Digitized by Google

Ueber den Bau des menschlichen Auges ist weiter zu be-
rücksichtigen, was Arnold[1] und Müller[2] mitgetheilt haben,
man findet im letzteren Werke zugleich die neueste Litera-

Die Art und Weise, wie das Sehen der Gegenstände statt-
findet, war von jeher eine Hauptaufgabe der Physiologen,
bald sie sich selbst mit dieser Untersuchung beschäftigten
nicht irgend einer Autorität ohne nähere Prüfung folgten.
älteren und neueren unzulässigen Hypothesen hierüber sind
Werke erwähnt und widerlegt; man ist jetzt darüber einig,
das Auge als dioptrisches Werkzeug ein verkleinertes verke
tes Bild auf die Netzhaut wirft, welche dadurch getroffen
log anderweitigen Nerventhätigkeiten eine Empfindung err
die wir Sehen nennen. Nur über die eigenthümliche Art
Erzeugung dieser Bilder, und ob das Auge hierzu einer A
stirung zum deutlichen Sehen naher und entfernter Gegenstä
bedürfe, wie sie für die dioptrischen Apparate erfordert
und auf welche Weise das Auge diese bewerkstelligt, war
lange im Streite. Ehe ich das, was hierüber neu hinzuge
men ist, mittheile, wird es angemessen seyn, das Verfahr
erwähnen, mittelst dessen Gerling[3] das Auge mit einer kü
lichen Netzhaut versieht, um die Bildchen auf dieser wa
nehmen. Zu diesem Ende lässt er die mit allen Muskeln
Fasern herausgenommenen Augen von Ochsen oder Pferden
Wasser schwimmen, macht dann mit einem grossen Aufw
von Zeit mittelst einer feinen spitzen Scheere durch kle
Einschnitte nach und nach einen Kreuzschnitt von etwa
Millim. Länge in die Sklerotica bis auf die Choroidea
die Lappen ab und schneidet sie etwa zur Hälfte weg,
Loch zu erhalten, worin die Choroidea frei liegt. In der
dieses Loches fasst er die Choroidea mit einer Staarnadel
sie zu einem Kegel von 1 bis 2 Millim. Höhe, schneidet
mit der Scheere glatt über dem Loche weg, und schiebt
sich zurückziehenden Reste unter die Ränder des Loches
der Sklerotica, wohin er mittelst der Staarnadel auch die
einander gerissenen Theile der durch den Druck des Wa
etwas gehobenen Netzhaut schiebt. Hiernächst schiebt er

1 Untersuchungen über das Auge der Menschen. Heidelb. 1832.

2 Handbuch der Physiologie des Menschen. 3. Aufl. Bd. I. S.
Bd. II. S. 312.

3 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 243.

Digitized by Google

kleines dünnes, mit einer Pincette gehaltenes Glasblättchen, wie man diese bei den Objecthaltern der Mikroskope findet, unter einen der Lappen, hebt mit einer zweiten Pincette die übrigen Lappen und schiebt es auch unter diese. Um das so hergestellte Präparat gehörig aufzustellen, legt er einen Ring, einen hölzernen Schachteldeckel, etwas weiter, als das Auge ist, über dasselbe auf das Wasser, schneidet die überflüssigen Muskeln und Häute weg und näht die zu diesem Zweck gelassenen Reste derselben mit Pferdehaaren unter dem Wasser am Deckel rings umher fest, bis der Augapfel, ohne gedrückt zu werden, eine sichere Stütze an ihm hat. Das Auge lässt sich dann mit dieser Hülle herausnehmen; man steckt die eine Spitze eines Cirkels so in den Ring, dass beide Cirkelspitzen ungefähr in die Ebene der Sehaxe fallen und kann den Cirkel in ein Weinglas stellen, was dann als Stativ dient. Die auf dieser künstlichen Netzhaut entstehenden Bilder sind ausnehmend scharf und lassen sich mit den schärfsten Loupen untersuchen. Gerling steckte auf die freie Cirkelspitze einen Kork, durch diesen eine Nähnadel und näherte deren Spitze durch Verschieben oder durch Veränderung der Cirkelöffnung dem Bilde so lange, bis beim Bewegen des eigenen Auges mit der Loupe keine Parallaxe mehr wahrnehmbar war. Hierbei zeigte sich, dass die Bilder entfernter Gegenstände auf die künstliche Netzhaut oder in das Innere des Auges vor dieselbe fielen, naher aber in einen merklichen Abstand, welcher bei einem Pferdeauge bis zu 7 Millimeter für einen Gegenstand in 110 Millim. Entfernung von der Cornea betrug, hinter die Netzhaut fielen. Als er später die Bilder zweier in ungleicher Entfernung in gerader Linie mit dem Auge liegender Gegenstände, z. B. einer Kerze und eines Fensterkreuzes, mit einander verglich, indem er statt der Nadel die Loupe selbst auf dem Korke der Nadelspitze befestigte, bemerkte er mit Ueberraschung, dass die Bilder zweier nicht sehr verschieden entfernter Gegenstände noch merkliche Parallaxe zeigten, die aber so gering ist, dass man beide Bilder mit der Loupe zugleich sieht. Es wird beiläufig hierbei die interessante Bemerkung gemacht, dass man mit so präparirten Augen die Bilder der Gegenstände, die sich hinter dem Auge befinden, auf der Cornea sehen kann.

Die bedeutendste Erweiterung hat die Theorie des Sehens durch Volkmann erhalten. Um dessen Leistungen besser zu

Digitized by Google

verstehn, muss Folgendes vorausgeschickt werden. Sofern es sich ursprünglich darum handelte, dass das Auge ein dioptrischer, der Camera obscura ähnlicher Apparat sey, und man hierbei zunächst die Krystalllinse als den vorzüglich wirksamen Theil berücksichtigte, war die Lage und Beschaffenheit des kleinen verkehrten, auf der Retina erzeugten Bildchens durch die bekannten Wirkungen der biconvexen Linsen gegeben. Hiernach liegt die Mitte eines einzigen gesehenen Gegenstandes und seines Bildchens bei gerade auf ihn gerichtetem Auge in einer geraden, durch die Mitte der Linse gehenden Linie. Handelt es sich dann um die Bestimmung des optischen Winkels, also desjenigen, welchen zwei von den äussersten Enden eines gesehenen Objectes durch das Auge bis zum Netzhautbildchen gezogene Linien bilden, die sich nothwendig in einem Puncte in der Axe des Auges schneiden müssen, so kann man bei der Kleinheit der Theile des Auges und der zum deutlichen Sehen erforderlichen Entfernung diesen Durchschnittspunct oder den Scheitel des optischen Winkels unbedenklich in die Krystalllinse setzen, wie dieses im Wörterbuche (Bd. II. S. 1434) geschehn ist, ja es würde selbst nur wenig abweichend seyn, wenn man die Spitze des Lichtkegels, dessen Basis auf dem gesehenen Objecte ruht, auf die Oberfläche der Cornea setzen wollte, wie man sich zur Versinnlichung bisweilen zu thun erlaubt. Handelt es sich aber um die Frage, in welchem Puncte die äussersten Randstrahlen eines einzigen gesehenen Gegenstandes oder die mittleren Strahlen zweier gleichzeitig gesehenen Gegenstände sich durchkreuzen, so ist diese nach dem, was mir hierüber bekannt wurde, zuerst durch Volkmann auf dem Wege der Erfahrung beantwortet worden, und es verdient dieses um so mehr eine dankbare Anerkennung, da die theoretische Entwickelung bei dem zusammengesetzten Baue des Auges unüberwindliche Schwierigkeiten darbieten dürfte, die aufgefundene Thatsache aber noch manche anderweitige Belehrungen über den Process des Sehens gewährt.

Volkmann[1] begann seine Untersuchungen damit, dass er Augen der weissen Kaninchen, auf deren hinterer Seite man das Netzhautbildchen wegen des fehlenden Pigmentum nigrum sehen

---

1 Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz. 1836. S. 24 ff. Vergl. Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 342.

tann, auf eine Scheibe legte, die sich auf einem Diopterlineale um ihre verticale Axe umdrehn liess, und durch das Netzhautbildchen nach der dieses erzeugenden Lichtflamme visirte. Indem dieses dann mit zwei in einiger horizontaler Entfernung von einander abstehenden Objecten geschah, ergab sich aus der Lage der verticalen Axe, um welche das Auge hierbei gerecht wurde, dass dieser Durchkreuzungspunct der Lichtstrahlen hinter die Linse fällt. Um diesen Punct für das Auge lebender Menschen aufzufinden, diente folgendes sinnreich ausgedachtes Verfahren. ABCD sey ein Lineal mit einer geraden Linie abd, welche bei horizontaler Lage des Lineals in die verlängerte Augenaxe xa gebracht wird. Auf ihr befinden sich die beiden Perpendikel de und bf, und die Puncte b, d, e, f wurden zur genaueren Bestimmung mit Haarvisiren versehn. Wenn dann beim Visiren b und d; f und e sich decken, so liess sich aus den bekannten Grössen de, bf, db die Linie dc und der Winkel dce, also auch der Durchkreuzungspunct c finden. Zur Erreichung grösserer Genauigkeit und Bequemlichkeit des Messens liess sich Volkmann einen eigenen Apparat, Gesichtswinkelmesser genannt, verfertigen. Dieser besteht aus einem Bretchen ABCD mit einem Ausschnitte bei A, um durch Aufsetzen auf die Nase die gehörige Festigkeit zu erhalten. Durch Fixiren eines Punctes d, welcher durch b gedeckt wurde, war es möglich, die verlängerte Augenaxe abd zu erhalten. Bei b befindet sich in 6 Zoll Entfernung von a ein Haarvisir, bei l ein Diopter mit einem sehr feinen Loche, in welchem beim Gebrauche das Haar b schwebend gesehn wurde. Ein zweites Haarvisir war im Puncte c einen Zoll weit von b und perpendiculär auf ab befestigt; es stand auf einer Scheibe, um welche sich ein Ring ss in horizontaler Ebene drehte. An der Scheibe ist ein Diopterlineal rr befestigt, mit einem feinen Diopter bei m, welches sich so um c drehen lässt, dass das Auge gleichzeitig das Visir b durch das Diopterloch l und das Visir c durch m sieht, und wenn der Apparat hierauf genau eingestellt worden ist, so geben die Visirlinien die Sehstrahlen und der Winkel bct lässt sich mittelst des Gradbogens uu und des Nonius tt bis auf 3 Minuten genau messen. Wird der Rand AD an das untere Augenlied fest angedrückt, so schwebt der vorderste Punct der Hornhaut nicht über dem Puncte a, sondern über einem nicht

Fig. 49. Fig. 50.

Digitized by Google

allezeit gleichen Puncte der Scale V, und es ist daher ein Ge
hülfe nöthig, welcher von D aus visirend diesen Punct be
stimmt. Sind auf diese Weise die Linien ab, bc und d
Winkel bei c gemessen, so findet man hieraus den Schei
des Dreiecks im Auge, mithin die Entfernung desselben von
Messungen an acht verschiedenen Augen gaben den Absta
dieses Punctes von der Cornea = 0,472; 0,422; 0,47
0,522; 0,422; 0,422; 0,472; 0,522 par. Zoll, also im Mi
ungefähr 2 Lin. hinter der Linse. Ist die Existenz die
Punctes einmal erwiesen, so macht schon die einfache B
trachtung der Bewegung des Auges wahrscheinlich, dass s
dasselbe um diesen Punct dreht; Volkmann hat aber die
wichtigen Satz durch eigene Versuche nach Art der eben
schriebenen bewiesen und nennt diesen Punct den Dr
punct des Auges. Gegen diesen Satz erklärte sich bald n
her Mile[1] in einer ausführlichen Abhandlung; es wird
genügen, diese hier nur überhaupt zu erwähnen und dabei
bemerken, dass Volkmann[2] die ihm gemachten Einwürfe
nügend widerlegt hat. Wichtiger und einer aufmerksa
Beachtung der Physiologen werth sind die Bemerkungen
che W. Stamm[3] in seiner gründlichen Kritik der von Vo
mann aufgestellten Theorie über die Richtungslinien des Se
und die Ursache des Undeutlichsehens ausserhalb der Au
axe veröffentlicht hat. Bei allen Bemühungen, die verwick
Fragen über das Verhalten des Auges bei der Erzeugung
Netzhautbilder zu beantworten, sind neue Versuche erforde
deren jeder wieder einer besonderen Prüfung bedarf, so
es unmöglich wird, die Hauptresultate kurz herauszuheben
ich daher auf das Ganze verweisen muss.

Einen wichtigen Theil in der Theorie des Sehens b
die ausnehmend vielfach ventilirte Frage, auf welche W
die Adjüstirung des Auges zum deutlichen Sehen naher
entfernter Gegenstände bewerkstelligt werde. Die wichtigste
dieses Problem sich beziehenden Untersuchungen sind an
hörigen Orte (Bd. IV. S. 1386) mitgetheilt worden und s
(Bd. VIII. S. 746) ist die eigenthümliche Art, wie Trevi

1 Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 37. 235.
2 Ebend. Bd. XLV. S. 207.
3 Ebend. Bd. LVII. S. 346.

Digitized by Google

as Problem aufgefasst hat, hinzugefügt worden, mit dem Bemer-
en, dass seine Demonstration für die factisch gegebenen That-
achen nicht genüge und die Erfahrung überwiegende Gründe
ür das Vorhandenseyn eines Adjüstirungsvermögens im Auge
arbiete. Inzwischen hat TREVIRANUS[1] seine Hypothese weiter
ertheidigt und durch neue Argumente, die aus der in der
litte grösseren Dichtigkeit der Krystalllinse entnommen sind,
unterstützen gesucht. Gegen ihn erklärte sich sofort KOHL-
AUSCH[2], indem er ihm begangene Rechnungsfehler nachwies,
e zwar nicht so bedeutend sind, dass sie die ganze Demon-
ration als absolut nichtig erscheinen liessen, wenn dieselbe
cht an sich schon ungenügend wäre. Sein gewiegtester
egner aber ist VOLKMANN[3], welcher namentlich SCHEINER's
ersuch, ein kleines Object, etwa einen Stecknadelkopf, durch
ei kleine Löchelchen in einer undurchsichtigen Lamelle,
wa einem Kartenblatt, deren Abstand von einander kleiner
, als der Durchmesser der Pupille beträgt, in ungleichen
ständen von dem dicht vor das Auge gehaltenen Schirme zu
rachten, wiederholte. Eine spätere genauere Berechnung
Abstandes beider Löcher, der Entfernung des gesehenen
nctes und der erzeugten Zerstreuungskreise zeigt evident
Nothwendigkeit eines Accommodationsvermögens des Au-
, wenn nahe und ferne Gegenstände durch dasselbe deutlich
ehn werden sollen[4]. Einen vollgültigen Beweis endlich,
bei zu grosser und zu geringer Entfernung der Objecte
Auge die erzeugten Bilder bei unverändertem Auge vor
hinter die Retina fallen, mithin in beiden Fällen ein deut-
es Sehen ohne Accommodation nicht möglich seyn würde,
en die oben erwähnten Versuche GERLING's.

Hierdurch ist also das Wichtigste, nämlich die wirkliche
stenz einer Adjüstirung der Augen für nahe und entfernte
genstände, genügend bewiesen und gegen die gemachten
wendungen gerechtfertigt, über die Art aber und die Mittel

Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des or-
en Lebens. Brem. 1835. 8.

Ueber Treviranus Ansichten vom deutlichen Sehen in die Nähe
rne. Rinteln 1836. 4.

Neue Beiträge u. s. w. Cap. VIII. S. 64. Cap. XI. S. 105. Cap.
. 123.

Poggendorff Ann. Bd. XLV. S. 193.

wodurch sie im Auge bewerkstelligt wird, finde ich keine ne
Hypothese aufgestellt oder eine der älteren bestimmt in Sch
genommen; im Ganzen scheinen sich die Physiologen
durch OLBERS aufgestellten Hypothese anzuschliessen, wo
die nöthige Veränderung des Auges durch den directen Dr
der Augenmuskeln oder durch denjenigen Druck des Aug
gegen die Augenhöhle, welchen ihre gemeinschaftliche A
hung bewirkt, erzeugt wird. MÜLLER[1] erklärt sich auf
che Weise gegen TREVIRANUS, als auch gegen POUILLET.
der Hypothese des Letzteren[2] besteht die Krystalllinse
aus concentrischen Lagen von gleicher Dichtigkeit, s
aus solchen, die nach der Mitte hin kreisförmiger und
werden. Hiernach müssen die nahe bei der Axe einfall
Strahlen stärker gebrochen werden, und da sich beim
naher Gegenstände die Pupille mehr zusammenzieht,
Sehen entfernter Objecte aber erweitert, im ersten Fa
nur die nahe bei der Axe einfallenden Strahlen zur Erz
der Bilder dienen, im letzten aber zugleich auch die
entfernteren, so wird hierdurch eine eigene Accom
überflüssig. Es ist indess nach dem Vorhergehenden
diese an sich auch unzulässige Hypothese zu wider
für entfernte Gegenstände die nahe bei der Axe ein
Strahlen nicht fehlen, mithin nur ein undeutliches Bil
Vereinigung beider entstehen könnte. Dass die Ver
der Pupille die Ursache der unzweifelhaft stattfinden
commodation nicht seyn könne, geht nach bekannten
VOLKMANN wiederholten Versuchen daraus hervor, dass
zwei in ungleicher Entfernung befindlichen Nadeln d
feines Loch in Kartenpapier die nähere und entfernte
Willkür deutlich sehn kann. Gegen die von OLBERS
stellte Hypothese wendet MÜLLER ein, dass schwer
sey, wie die geraden Muskeln das Auge zusammendrück
die Augenaxe verlängern sollten. Durch ein Zurück
Bulbus und ein Drücken desselben gegen die Höhlung
nur eine Verkürzung der Axe, also eine Accommodati
Auges für ferne Gegenstände, aber nicht die weit schwi

---

1 Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Abth. II.
Zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz. 1826. 8.

2 Élémens de Physique. 3me éd. T. II. p. 234.

für sehr nahe Gegenstände erklärt werden. Leichter würde es seyn, eine durch die schiefen Muskeln erzeugte Veränderung der Form des Augapfels anzunehmen, wie dieses Le Camus, Rohault und Schröder van der Kolk gethan haben, womit sehr gut übereinstimmt, dass beim Sehen naher Gegenstände die Augenaxen convergiren und hierbei die schiefen Muskeln wirken, worauf Luchtmans[1] aufmerksam gemacht hat. Inzwischen stimmen die Einwirkungen der ins Auge gebrachten Belladonna, die nicht bis zu den Augenmuskeln dringen kann und doch die Gesichtsweite ändert, hiermit nicht überein. Mit Recht bemerkt Müller, dass die verschiedenen Hypothesen zwar die Accommodation recht gut erklären, dass sich aber keine derselben eigentlich beweisen lasse, und er glaubt daher auf den mehr übersehenen Zusammenhang zwischen der Stellung der Augenaxen und der Accommodation, die sich einander bedingen, aufmerksam machen zu müssen. Die Erweiterungen und Verengerungen der Iris hängen hiermit zwar gleichfalls sehr genau zusammen, und obgleich das Corpus Ciliare mit dem äussern Umfange der hinteren Fläche der Iris verwachsen ist und die letztere daher mittelst des ersteren auf die Stellung der Linse wirken könnte, so streitet doch hiergegen der Umstand, dass veränderte Lichtstärke eine Veränderung der Pupille erzeugt, während der Gegenstand unverändert deutlich gesehn wird. Krause[2] bemerkt, man habe die Veränderungen der Centralfalte, die gerade in der Verlängerung der Augenaxe liegt und worauf die Muskeln einen bedeutenden Einfluss ausüben können, in Beziehung auf die Accommodation des Auges nicht genug berücksichtigt. Nach Forbes[3] empfindet man eine bedeutende Anstrengung der Augenmuskeln, wenn man in grössere Entfernung sehend das Auge schnell auf einen nahen Gegenstand heftet. Diesemnach glaubt er, die in ihrer Mitte dichtere Linse nehme durch den Druck der sie einschliessenden Flüssigkeiten eine mehr kugelförmige Gestalt an und erhalte dadurch eine kürzere Brennweite. Versuche, die er mit der Linse eines Ochsenauges anstellte, indem er das

---

1 De mutatione axis oculi secundum diversam distantiam objecti. ad Rhen. 1832.
2 Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 534.
3 Compt. rend. T. XIX. p. 1312.

Digitized by Google

sie umgebende Wasser comprimirte, führten wegen unüb windlicher Schwierigkeiten zu keinem genügenden Resulta indess dürfte die Hypothese überhaupt schwerlich Beifall find Nach allem diesen kann die Aufgabe noch nicht als vollkom gelöst gelten und erwartet weitere Aufklärungen durch Bemühungen der Physiologen.

In Beziehung auf die Chromasie des Auges, wor unter Mehreren auch COMPARETTI [1] und TOURTUAL [2] geh haben, führt MÜLLER [3] folgende von ihm gemachte Erfahru an. Wenn man eine weisse Scheibe auf schwarzem Gr mit einem Auge betrachtet, welches auf das Sehen eine heren oder ferneren Gegenstandes eingerichtet ist, oder man sie mit beiden Augen, deren Axen sich in einem nä oder ferneren Puncte schneiden, ansieht, so gewahrt ma bige Ränder. Zu der im Wörterbuche gegebenen Erkl des Geradesehens der Objecte bei verkehrten Bildern i welcher VOLKMANN unbedingt beitritt und worüber unter A auch BERTHOLD [4] und BARTELS [5] Untersuchungen angest ben, glaube ich nichts weiter hinzusetzen zu müssen. dieses ist der Fall rücksichtlich der übrigen Erscheinu Sehens, worüber ich speciell auf HEERMANN [6], im Allg aber auf MÜLLER's ausführliche Darstellung in dessen erw wähnter Physiologie verweise. Nur Folgendes glaube ich zusetzen zu müssen. Eine Erscheinung, welche MÜLLER bei der Betrachtung des Mondes wahrgenommen zu habe giebt, ist eine allgemeine und dürfte sich mit wenigen nahmen bei allen Menschen zeigen. Wenn man das ein mit einem undurchsichtigen Schirme (einem Kartenbla deckt, das offene Auge auf ein vorher nicht absichtlich achtetes Object richtet und dann schnell den Schirm weg so erscheint ein minder deutliches Doppelbild des ges Gegenstandes, welches sofort mit dem ersten zusamm

1 Observationes dioptricae et anatomicae de coloribus appa visu et oculo. Patav. 1798. 4.

2 Meckel's Archiv für Physiol. 1830.

3 Handbuch der Physiol. Bd. II. Abth. II. S. 348.

4 Ueber das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte. Gött. 18

5 Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Berl. 1834.

6 Ueber die Bildung der Gesichtsvorstellungen aus den Gesi pfindungen. Hann. 1835.

ieraus folgt unwidersprechlich zuerst, dass jedes Auge ein sonderes Bild erhält und wir die Gegenstände nur des-gen als einfach erkennen, weil sie ungeachtet der durch wohnheit ausgeglichenen mindestens oft vorhandenen Indivi-alitäten beider Augen in allen Stücken identisch erscheinen, mit die Vorstellung eines doppelten Objectes unvereinbar ist; eitens dass eine Accommodation jedes Auges für sich statt-let, denn das Nebenbild ist, besonders bei entfernteren Ge-ständen, allezeit undeutlicher, als das anfangs gesehene; tens dass der Ort, wohin wir den gesehenen Gegenstand setzen, zeit durch die Richtung der Augenaxen in Gemässheit einer ch Gewohnheit erlangten Fertigkeit bedingt wird. Hieraus en sich dann leicht die verschiedenen Erscheinungen des fach- und Doppelsehens bei übrigens gesunden Augen erklären. Eine ausführliche Abhandlung über die Functionen des Au-hat Wheatstone[1] geliefert, die sich hauptsächlich auf die ereinstimmung der gesehenen Gegenstände und der erzeug-Bilder bezieht und auf die ich daher hier nur verweise. tere Untersuchungen über die Dauer des Lichteindrucks Auge hat Plateau[2] bekannt gemacht.

Ueber eine eigenthümliche Art von Pseudoblepsis, das n der Lichtstrahlen, welche nach oben und unten von ei-Kerzenflamme ausfahrend gesehn werden, ist (Bd. V. S.) die von Vieth gegebene Erklärung mitgetheilt worden. rdessen stellte Mousson[3] gegründete Zweifel hiergegen auf leitete das Phänomen vollständig aus einer Brechung der tstrahlen (der Kerzenflamme) in der prismatisch sich zwi-dem Augenliede und der Cornea ansammelnden Feuch-it ab, wonach also diese Erscheinung eine dioptrische nicht eine katoptrische ist. Poggendorff bemerkt hierbei, Schwerd die nämliche Erklärung schon im Jahre vorher der mmlung der Naturforscher zu Bonn vortrug, wo ich sie falls gehört habe.

n den (Bd. IV. S. 1432. Bd. VIII. S. 763) angegebenen chtungen der Achrupsie sind noch einige wegen ihrer igkeit schätzbare hinzugekommen, welche A. Seebeck[4]

---

[1] Philos. Trans. 1838. P. II. p. 371. Poggendorff Ann. Erg. H. S. 1.
[2] Bulletin de la Soc. Roy. de Brux. 1835. T. II. p. 52. 84.
[3] Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 244.
[4] Ebend. Ann. Bd. XLII. S. 177.

Digitized by Google

an dreizehn Individuen anstellte. Vorläufig bemerkt dersel
dass der Fehler häufiger ist, als man glaubt, da er sehr lei
unbeachtet bleibt, wenn im geringeren Grade vorhanden,
dass er sich öfter bei blauen Augen, als bei braunen ze
vielleicht deswegen, weil jene in nördlichern Gegenden die
wöhnlichern sind. Ausserdem giebt es einen Unterschied
den mit diesem Fehler behafteten Individuen, sofern nicht
auf gleiche Weise die nämlichen Farben und im gleichen Gr
verwechseln. In der Hauptsache bediente sich Seebeck
zweckmässigen Methode, verschiedenfarbige Papiere, deren
sich gegen 300 Stücke mit den verschiedensten Uebergän
verschafft hatte, von den Personen nach den Farben ord
zu lassen. Als allgemeine Resultate gehn aus diesen umstä
lich beschriebenen belehrenden Versuchen folgende hervor.
Personen männlichen Geschlechts haben im Ganzen ein
ches Vermögen, die verschiedenen einfachen und gemisch
Farben genau von einander zu unterscheiden; zugleich
kommen einzelne vor, welche in höherem oder gering
Grade gewisse ungleiche Farben gar nicht zu unters
vermögen und mit einander verwechseln. Ausser den
der Stärke dieser Verwechslung giebt es hinsichtlich de
derselben zwei Classen. Zur ersten gehören diejenigen, w
neben einem mangelhaften Sinne für den specifischen Ein
aller Farben überhaupt das Roth und das complementäre G
von Grau wenig oder gar nicht unterscheiden, demnächst
unvollkommen erkennen, am deutlichsten Gelb wahrne
jedoch weniger vom Weiss unterscheiden, als beim n
Auge der Fall ist. Sie verwechseln helles Orange und
Gelb; gesättigtes Orange, helles gelblich- oder bräunlich G
und Gelbbraun; reines Hellgrün, Graubraune und Fleisch
Rosenroth, Grün und Grau, Carmoisin, Dunkelgrün und
braun; Bläulichgrün und unreines Violett; Lila und Blau
Himmelblau, Graublau und Graulila. Zur zweiten (nach
sen und andern Beobachtungen minder zahlreichen) Classe
hören diejenigen, welche Gelb gleichfalls am besten erk
Roth etwas besser, Blau etwas weniger vom Farblosen,
aber von Blau viel unvollkommener unterscheiden. Sie
wechseln Hellorange, Grünlichgelb, Bräunlichgelb und re
Gelb; lebhaft Orange, Gelbbraun und Grasgrün; Ziegel
Rostbraun und Dunkelolivengrün; Zinnoberroth und Du

aun; Dunkelcarminroth und Schwärzlichblaugrün; Fleischroth, ·aubraun und Bläulichgrün; mattes Bläulichgrün und Grau; ›senroth, Lila, Himmelblau und Grau; Carmoisin und Violt; Dunkelviolett und Dunkelblau, und haben also, was bei r ersten Classe nicht der Fall ist, nur eine geschwächte npfindung von den wenigst brechbaren Strahlen[1]. Da in der immerung die minder brechbaren Strahlen am ersten verhwinden, so muss dann der Zustand der ersten Classe in n der zweiten übergehn, was die Erfahrung bestätigte.

Seebeck bemerkt, es sey immer möglich, dass gewisse Inˈiduen auch das Gelb vom Farblosen nicht zu unterscheiden rmöchten, allein alle bekannt gewordenen Fälle gehören unter ie der angegebenen Classen, wie dieses auch offenbar aus r Betrachtung der bereits im Wörterbuche mitgetheilten herrgeht, denen er noch einige weitere hinzufügt. Dahin gert ausserdem, was Dr. Sommer[2] von sich und einigen Andern führt; ferner, dass Dr. Unzer[3] und Troughton[4] Blau nicht ı Grün unterschieden, und das Beispiel des Mannes, wovon .lling[5] erzählt, welchem Hellblau, Grün und Roth gleich zu n schienen. John Herschel[6] stellte eigene Untersuchungen . einem Manne an, fand, dass dieser nur Blau und Gelb .annte, und folgert hieraus, dass alle prismatische Strahlen das ge afficiren, mithin der Fehler nicht von einer Unempfindlichkeit r Retina gegen Strahlen von gewisser Brechbarkeit, noch von einer benden Materie in einer der Flüssigkeiten des Auges herrühren n, sondern von einem Mangel im Sensorium abzuleiten ist, wodurch ı Auge unfähig wird, diejenigen Verschiedenheiten der Strahlen zufassen, von denen die Verschiedenheit der Farbe abhängt. scheint, als ob von ihnen der Eindruck aller stärker brech·en Strahlen durch Blau, aller minder brechbaren durch Gelb

---

Allen an diesem Fehler leidenden Personen fehlt, wie ich bereits ·kt habe, die Empfindung des Roth, und statt dessen findet nur indruck eines Schmutzes, also gleich dem des mangelnden weissen s, wie bei der Beleuchtung durch die monochromatische Lampe, wozu dann bei denen, die Seebeck zur ersten Classe rechnet, der Mangel der Empfindung des complementären Grün kommt.

Gräfe und Walther Journ. für Chirurgie. Bd. V.

Gall Anat. et Phys. du Syst. nerveux. T. IV. p. 98.

Brewster's Briefe über natürliche Magie. S. 44.

Pract. Handbuch der Augenkrankheiten. Bd. I. S. 1.

Light. §. 507. 508. Encyclop. metrop. T. II. p. 434.

Digitized by Google

bezeichnet würde. Ich möchte eine ähnliche Erklärung anne-
men, wonach das Auge überhaupt nur für den stärkeren Lich-
reiz des Gelb empfänglich wäre und demnach jeder schwäche
durch Blau bezeichnet würde, beide mit einigen Abstufunge
die dann die Verwechslungen der gemischten Farben zur Fo
haben. SEEBECK meint, ein eigentliches Unvermögen des A
ges, durch die weniger brechbaren Strahlen afficirt zu werd
stimme mit der Erfahrung nicht überein, vielmehr möge (
Mangel des Vermögens, durch die verschiedenen Farben affi
zu werden, in steigendem Grade bei vielen Personen unbem
vorhanden seyn, bis er einen solchen Grad erreiche, wie in
beobachteten Fällen.

SEEBECK hatte noch Gelegenheit, einen Fall von Achr
bei einer Dame zu beobachten, der um so merkwürdiger i
da sie sich beim weiblichen Geschlechte fast nie findet, ind
ihm nur ein einziger Fall dieser Art[1] und ein zweifelhaf
bekannt wurde, was mit der Ansicht GALL'S übereinstimmt, da
der Farbensinn beim weiblichen Geschlechte mehr ausge
sey. Bei der Untersuchung mit den farbigen Papieren u
schied die Dame reine und lebhafte Farben stets richtig un
selbst in ihren Abstufungen, verwechselte aber blasse und w
reine, z. B. blasses Orange mit Schwefelgelb; lebhaftes Orange m
Braungelb; mattes Bläulichgrün und blasses Grünlichbla m
Grau; blasses Rosenroth mit sehr hellem Grau; Bräunlich
mit Braun; Lila mit Himmelblau und Blaugrau. Lebhaftes R
und Grün unterschied sie vollständig, Rosa und Apfelgrün n
der leicht.

Noch möge hier bemerkt werden, dass PURKINJE[3] in Ga
zen viererlei Arten der Achrupsie unterscheidet, nämlich Ach
matopsie und Chromatodysopsie, die sich auf die Stu
des Gesichtsfehlers beziehen, dann Akyanoblepsie und Ak
rythroblepsie. Gänzliche Achromatopsie dürfte wohl n
existiren, und ebenso zweifle ich, dass es Fälle eigentlich
Akyanoblepsie giebt, doch ist diese Bezeichnung von Gö
für diejenigen eingeführt, die statt Blau Rosenroth sehen s
len. Ueber die Achrupsie im Allgemeinen, von ihm Dalton

1 Philos. Trans. T. LXVIII.
2 Medico-chirurg. Trans. of London. T. IX.
3 Encyclop. Wörterb. der med. Wiss. Bd. I. S. 259.

mus genannt, handelt E. WARTMANN[1] und findet deren Ursache in einem Mangel des Sensoriums. BREWSTER[2] dagegen, welcher die Bezeichnung Daltonismus, die von WHEWELL gebrauchte Idioptsie, die von SOMMER und SZOKALSPI vorgeschlagene Chromatopseudopsie und vor allen Chromatometablepsie verwirft, findet die Ursache in einer blauen Färbung der Glasfeuchtigkeit oder der Retina.

Endlich verdienen hiernach diejenigen Erweiterungen erwähnt zu werden, welche die Lehre von den subjectiven Farben durch die Untersuchungen von FECHNER[3] erhalten hat, wovon bereits oben (Art. **Schatten**) die Rede war. Da die Untersuchungen hauptsächlich dienen, um zu zeigen, dass die neuesten Bemühungen das Problem nicht eben weiter gefördert haben, die so auf verschiedene Weise erzeugten Farben vielmehr nach der früheren Ansicht und Erklärungsweise subjective sind, so wird eine kurze Uebersicht hier genügen. Zuerst widerlegt er die von OSANN[4] ausgesprochene Folgerung, dass die durch den Contrast erzeugten Farben objectives Licht enthalten. Die zum Beweise dieses Satzes erwähnten Versuche wiederholte FECHNER theils genau auf die im Wörterbuche angegebene Weise, theils mit Benutzung der (s. **Schatten**) beschriebenen Vorrichtung der zwei Oeffnungen im dunkeln Zimmer, die ihm überhaupt zur richtigeren Einsicht in das Wesen der subjectiven Farben von der grössten Wichtigkeit war. Der Hauptbeweis, worauf OSANN, PLATEAU[5] und LEHOT[6] ihren Einwurf gegen die gangbare Erklärung der subjectiven Farben gründen, ist aus der Erscheinung entnommen, dass das Auge, nachdem es lange einen rothen Gegenstand betrachtet hat, auf schwarzem Grunde ein grünes Bild sieht. Inzwischen widerlegt FECHNER diesen genügend dadurch, dass auch vom tiefsten Schwarz weisses Licht reflectirt wird. Besser als durch alle von ihm angegebenen Thatsachen überzeugt man sich hiervon durch folgenden einfachen Versuch. Wenn man das eine Ende einer etwa 1

1 Mémoire sur le Daltonisme etc. Genève 1844.
2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. CLXIV. T. XXV. p. 134.
3 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 221. 513. Bd. L. S. 193. 427.
4 Ebend. Bd. XXVII. S. 694. Bd. XXXVII. S. 287. Bd. XLII. S. 72.
5 Essai d'une Théorie générale comprenant l'Ensemble des apparences visuelles etc. Brux. 1834. 4.
6 Ann. des Sciences d'Observ. par Saigey et Raspail. T. III. p. 3.

Digitized by Google

Zoll im Durchmesser haltenden, inwendig schwarzen Papprühre mit einer klaren Glasscheibe bedeckt, auf die Mitte der letzteren eine undurchsichtige Platte klebt, so dass nur ein schmaler Ring frei bleibt, dann die Glasscheibe mit einer etwas grossen möglichst geschwärzten und nicht glänzenden Fläche auf weissem Papiere bedeckt, das Auge aber mit dem offenen Ende der Röhre zum Ausschliessen alles Lichtes ganz umgiebt und dann die schwarze Fläche etwas entfernt, um seitwärts Licht auffallen zu lassen, so erblickt man ein sehr vollständiges Weiss, und das Schwarz kommt erst zum Vorschein, wenn man den Rand des Fleckes und das weisse Papier zugleich sieht. PLATEAU macht ferner geltend, dass nach dem Anblick eines gefärbten Gegenstandes ein Nachbild mit der complementären Farbe im völlig verschlossenen Auge erscheint. Wegen dieses unabweislichen Argumentes nähert sich FECHNER der durch PLATEAU aufgestellten Hypothese, indem er sagt: „Die Retina wird an den Stellen, wo sie eine Zeit lang einen gewissen Farbeneindruck erfahren oder eine gewisse Farbenreaction geäussert hat, für einige Zeit nachher unfähiger, auf das Ursächliche dieser Farben zu reagiren, dagegen desto fähiger, diejenigen Farbenreactionen zu äussern, hinsichtlich deren sie unthätig war und ausgeruhet hat, sey übrigens das Ursächliche, was das Auge zur Farbe anregen will, in oder ausser dem Auge." Hiermit ist übrigens die von PLATEAU behauptete Selbstthätigkeit oder Reaction zugestanden; es scheint mir indess dieses Problem noch einer näheren Betrachtung werth. Selbstthätigkeit der Retina hinsichtlich der Licht- und Farbenerzeugung ist unwidersprechlich, handelt es sich aber um die selbstständige Erzeugung der complementären Farben, so wird die Aufgabe auf jeden Fall sehr verwickelt. Nach dem Anblick der untergehenden Sonne, des Drummond'schen Lichtes und sonstiger stark leuchtender Gegenstände sieht man sicher in den meisten Fällen nicht complementäre Farben, sondern ein rothes Lichtbild, oder rothe Pünctchen in einem dunkeln oder erhellten Kreise. Ob nach so intensivem Lichteindrucke in völliger Dunkelheit ein Nachbild mit complementärer Farbe erzeugt werde, weiss ich nicht aus eigener Erfahrung, es wird aber durch PLATEAU und FECHNER behauptet; sicher ist es aber nicht alle Zeit der Fall, und bei den Versuchen müsste wohl sorgfältig beachtet werden, ob die Dunkelheit in der That vollständig sey.

Digitized by Google

da die Augenlieder durchscheinend sind und das sehr gereizte Auge geringere Lichteindrücke nicht wahrnimmt, die aber dennoch bei der Erzeugung der complementär gefärbten Nachbilder mitwirkend seyn könnten. Findet die letztere Beschränkung nicht statt, so kann für farbige Nachbilder bei Abwesenheit alles äusseren Lichtes nur die Erklärung Fechner's gelten, und die innere Selbstthätigkeit des Auges muss auch bei den farbigen Nachbildern, die bei Anwesenheit des Lichtes erzeugt werden, wirksam seyn. Wird dieses berücksichtigt, und zugleich der Umstand, dass das künstlich gefärbte Licht allezeit mit mehr oder weniger weissem gemischt ist, so werden die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche Fechner und Plateau wahrgenommen haben, leicht erklärlich. Uebrigens muss bei Fechner's Versuchen die ungewöhnliche Empfindlichkeit seiner Sinne berücksichtigt werden. Er erzählt von sich, dass nach zweistündigen Beobachtungen am Magnetometer jederzeit bis 24 Stunden die Scala selbst mit (wenn gleich undeutlichen) Zahlen vor seinen Augen erscheint, wenn er sie schliesst oder gegen einen dunkeln Ort richtet, und selbst der Faden scheint sich zu bewegen, obgleich er, wenn es blosse Nachempfindung, wie bei der geschwungenen Kohle, wäre, im ganzen Raume gesehen werden müsste. Es scheint mir hierin ein Beweis zu liegen, dass bei manchen Nachempfindungen des Gesichts das Psychische nicht ganz ausgeschlossen bleibt, und auf jeden Fall ist eine Nachwirkung der Nerven nicht zu bezweifeln, wofür auch der Umstand entscheidet, dass Fechner auf gleiche Weise bei völliger Stille ebenso lange Zeit das Schlagen des Pendels zu hören glaubt.

Plateau gründet einen Theil seiner Theorie über die Entstehung der Nachbilder auf die Erscheinungen der Irradiation, die er in einer gelehrten Abhandlung (s. **Irradiation**) sehr vollständig untersucht hat, worin er darzuthun sucht, dass jeder die Retina treffende Lichteindruck bis zu einer gewissen Grenze peripherisch um sich wirke und also die Lichtempfindung sich undulatorisch über einen grösseren Kreis der Netzhaut verbreite, als welcher vom Lichte getroffen wird. Hiergegen äussert Fechner die Bedenken, dass hierbei die Lichtausbreitung in Folge einer Entfernung der Objecte von der deutlichsten Sehweite nicht berücksichtigt sey, dass ferner in sehr empfindlichen Augen Lichtausbreitungen von gesehenen

Digitized by Google

stark leuchtenden Gegenständen entstehen und dass der Ein-fluss der Aberration für ungleiche Entfernungen noch nicht genügend ermittelt ist. Uebrigens hat Fechner die Nachbil-der mit ihren zahllosen Modificationen sehr genau untersucht wozu seine sehr empfindlichen Augen sich ausnehmend eig-ten, woraus denn im Ganzen hervorgeht, dass mit Rücksicht auf die Dauer der Einwirkung weisser oder farbiger Licht-strahlen auf die Retina, wodurch der Effect bedeutend verstärkt wird, ein Zustand der Unempfindlichkeit gegen die am meisten reizenden farbigen Strahlen eintritt und daher die complemen-tären Farben zum Vorschein kommen müssen.

Eine Hauptfrage bei dieser Aufgabe ist, ob der complemen-täre Einfluss im Auge dem primären succedire, wie Plateau meint, oder mit ihm gleichzeitig stattfinde. Für die letzte Ansicht entscheidet Fechner aus dem Grunde, weil der primäre Eindruck schon während seiner Dauer schwächer wird und nach einem starken Farbeneindrucke, wenn man die Sonne durch gefärbte Gläser betrachtet, keineswegs ein starkes complemen-täres farbiges Nachbild im geschlossenen Auge sofort zum Vor-schein kommt, wie man erwarten sollte, sondern das primäre allmälig erlöscht und mit ihm zugleich das secundäre. Das Argument ist allerdings gewichtig, dient aber keineswegs um die Erklärung zu erleichtern; inzwischen könnte man sagen, dass gerade bei sehr heftigen Eindrücken die Retina durch Ueberreiz die Kraft, secundäre complementäre Farbenbilder her-vorzubringen, verloren habe und sich nur allmälig von diesem Ueberreize wieder erhole, statt dass die secundären complemen-tären Nachbilder nur nach mässig starken Farbeneindrücken am deutlichsten zum Vorschein kommen. Inwiefern die Dauer des Eindrucks bei verschiedenen Farben verschieden ist, darüber geben die bisherigen Versuche noch keine genügende Auskunft; es liesse sich dieses am besten durch die Betrachtung des Spectrums auf weissem Grunde und nachheriges Schliessen der Augen auffinden, allein hierbei ist der Lichteindruck zu schwach, es erscheint sofort ein sehr bald undeutlich werdendes Nach-bild und das durch andere Mittel erzeugte farbige Licht ist hierfür nicht rein genug. Versuche über die Entstehung far-biger Schatten brachten Fechner zu der Ueberzeugung, dass die Unempfindlichkeit gegen gewisse Farben nicht hinreiche, um die Färbung dieser Schatten zu erklären, weil dann nicht

abzusehen sey, warum sich die Erscheinung mit der Zeit umkehre, wie nicht minder, dass man kleine Schrift in einem Schatten noch aus derselben Entfernung lesen könne, wenn derselbe durch Erzeugung eines objectivfarbigen Nachbarschattens subjectiv gefärbt ist, als wenn er, allein dastehend, grau erscheint.

Als ein wesentlicher Theil der Untersuchungen FECHNER'S ist derjenige zu betrachten, welcher das sogenannte Abklingen der Farben oder diejenigen Nachbilder betrifft, die nach der Betrachtung selbstleuchtender oder stark beleuchteter weisser oder schwarzer Gegenstände entweder im geschlossenen Auge, oder beim Hinsehen auf weissen oder schwarzen, oder farbigen, durch zerstreutes Tagslicht beleuchteten, Grund im Auge wahrgenommen werden. Ueber diesen Gegenstand sind weniger Versuche bekannt geworden, als man erwarten sollte, doch lässt sich dieses leicht daraus erklären, dass die Erscheinungen dieser Art viel zu mannigfaltig und nach der Eigenthümlichkeit der Augen und ihrer jedesmaligen Beschaffenheit allzu veränderlich, ausserdem aber die Versuche für das Auge jedesmal zu angreifend sind, als dass viele sie anzustellen und die Resultate zu veröffentlichen geneigt seyn sollten. So habe ich selbst bei gelegentlichen Versuchen dieser Art Erscheinungen wahrgenommen, die ich hier nicht angegeben finde, und eben dieses würde auch bei Anderen der Fall seyn, wenn sie die angegebenen Methoden in Anwendung brächten, der Gefahr für die Augen nicht zu gedenken, die nach dem unglücklichen Erfolge bei dem seit jener Zeit des Gebrauchs seiner Augen beraubten wackeren Physiker nicht mehr zweifelhaft seyn kann. Um desto wichtiger sind die hier errungenen Resultate, die für eine genügende Theorie dieser Erscheinungen als unentbehrlich gelten können, wobei es indess immer noch zweifelhaft bleibt, ob die völlige Erledigung des schwierigen Problems dennoch nicht neue, hoffentlich aber geringere Aufopferungen erfordert; mindestens beabsichtigte FECHNER selbst, noch verschiedene Versuche abermals vorzunehmen, um über gewisse constante Erfolge zuverlässigere Thatsachen zu erhalten. Die Nachbilder durchlaufen gewisse Phasen der Form und der Färbung, und es ist vortheilhaft, starke Lichteindrücke zu wählen, weil dann auch die Nachbilder kräftiger hervortreten, unter denen die sogenannten Blendungsbilder am kenntlichsten sind, welche

alsdann entstehen, wenn die Sonne selbst bei milchigem Him[...] und nicht zu tiefem Stande direct und momentan betracht[...] wird, oder wenn man eine schwarze Scheibe auf eine Fenst[...] scheibe geklebt und so im hellen Tageslichte, oder auf ei[...] weissen Grunde im intensivsten Sonnenlichte betrachtet und d[...] die Augen schliesst. Mehr ins Einzelne einzugehen würde h[...] zu viel Raum erfordern, eine regelmässige, bei den verschied[...] nen Versuchen constante Reihenfolge der Formen und Far[...] der Nachbilder kann ich aber nicht herausfinden, um so we[...] ger, als ausser der grösseren Reizbarkeit und individuellen B[...] schaffenheit der Augen des jedesmaligen Beobachters auch d[...] Grund, auf welchem man zuerst das Object und nachher d[...] Nachbild betrachtet, einen das Ganze noch verwickelter mach[...] den Einfluss ausübt.

Sehwinkel. IV. 1434.
Seide absorbirt Gase. I. 108.
Seifenblasen. deren Farbenringe. IX. 1391.
Seignette-Salz. V. 843.
Seihen. S. **Filtriren.** IV. 240.
Seile. Stärke derselben. II. 143. und Reibung. VII. 1388.
Seilmaschine Vera's. I. 191. VII. 896.
Seitel. Wiener Mass. VI. 1322.
Seitenkräfte. X. 2228.
Selbstbeweger. S. **Perpetuum mobile.** VII. 408.
Selbstentladung der elektrischen Flasche. IV. 302.
Selbststeuerung. bei den Luftpumpen. VI. 552—556. bei D[...] maschinen. II. 439.
Selbstverbrennung der Menschen. X. 258.
Selbstzünder. X. 248. 254.
Selen und dessen Verbindungen. VIII. 780. Selenphosphor. VII[...] Selenschwefel. VIII. 591.
Senkel oder Bleiloth. S. **Pendel.** VII. 304.
Senkwaage. I. 388. 390. X. 47.
Sennenhorn. musikalisches Instrument. VIII. 361.
Sensibilität. IV. 1185. V. 972.
Serab. S. **Strahlenbrechung.**
Serapistempel. veränderliche Höhe desselben. VI. 1606. IX. [...]
Serpent. musikalisches Instrument. VIII. 359.
Serpentin. Gebirgsart. III. 1083. magnetischer. VI. 645.
Serpoletöl. Ausdehnung desselben. I. 625.
Setier. französisches Mass. VI. 1285.
Setzwaage. X. 1267.
Sexagesimal-Eintheilung. VI. 1230.
Sextant. Spiegelsextant. VIII. 781. Beschreibung. 782. Erfin[...]

784. älteste Einrichtung. 785. Gebrauch. 787. die dazu dienenden künstlichen Horizonte. 788. Prüfung und Rectificirung. 791. Ausmittelung des Collimationsfehlers. 792.
xtilschein. I. 402.
cherheitsklappe der Aërostaten. I. 243.
cherheitsventil der Dampfmaschinen. II. 467.
cherungslampen. VI. 62. X. 290. 296.

Zus. Neue Untersuchungen über DAVY's Sicherungslampen hat G. BISCOF[1] bekannt gemacht.

cherungsmittel gegen den Blitz. I. 1032.
derismus. nach RITTER. V. 1017.
deroskop. VIII. 795.
eb. der Vestalinnen. I. 259.
ebplatte. im Auge. I. 543.
eden. X. 1004. der Oele. 1046.

Zus. JOHN THOMAS WOODHOUSE[2] erklärt die Abkühlung les Bodens eines beim Sieden vom Feuer weggenommenen Theekessels mit Wasser aus einer Schicht Dampf, die sich unter dem Wasser bilden und expandiren soll, wodurch dann, wie beim Verdampfen, Wärme absorbirt werde. Inzwischen dürfte das Vorhandenseyn einer solchen Dampfschicht sich schwer erweisen lassen.

edepunct. des Wassers. II. 286. bei Thermometern; Bestimmung desselben. IX. 890. 933. Einfluss der Gefässe. X. 1012. Siedepunct gemischter Flüssigkeiten. 1027. der Flüssigkeiten in engen Röhren. 1029. der Salzsoolen. 1046.

Zus. Ueber den von GAY-LUSSAC zuerst in Anregung gerachten Einfluss der Gefässe auf die Temperatur des siedenlen Wassers hat MARCET[3] beachtenswerthe Versuche angestellt, wonach er die Ursache in einer Adhäsion der Wassertheilchen m den Wandungen des Glases oder Metalles findet. Als er lie innere Fläche eines gläsernen Ballons mit Schwefelblumen estreut und diese zu kleinen Tröpfchen geschmolzen hatte, ging der Siedepunct des Wassers um 0°,15 herab und durch inen dünnen Ueberzug von Gummilack um 0°,3, selbst bei ei-

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. LX. p. 378.
2 Ebend. N. LXXII. p. 338.
3 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 449. Compt. rend. XIV. p. 586. L'Institut. 10me Ann. 1842. N. 434. Mém. de la Soc. Genève. T. X. Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 170. Bd. LVII. S. 218.

Digitized by Google

nem metallnen Gefässe durch den letzteren um etwa 0°,2. A
einer Reihe von 10 Versuchen ergab sich ferner, dass in ein
metallenen Gefässe die Hitze des Dampfes im Mittel um 0°,1
geringer ist, als die der obersten Wasserschicht, in einem Gl
gefässe aber um 1°,06. In Kolben aus verschiedenen Glass
ten betrug der Unterschied der Temperatur des Siedens i
Maximum 0°,85; indess ging dieser Unterschied nach eingeschü
tetem feinen Eisenfeilicht auf 0°,23 herab, wie denn auch
Anwesenheit solcher feinen Körperchen den Unterschied z
schen der Temperatur des Wassers und des Dampfes fast g
verschwinden macht. Merkwürdig ist das Resultat, wonach
Temperatur des Dampfes der Salzsolutionen wenig von der
Flüssigkeiten verschieden gefunden wurde[1], denn sie betr
bei 25 p. C. Salzgehalt der Lösung in der Flüssigkeit
Glasgefässe 105°, im Metallgefässe 104°,45 und die des D
pfes 104°,5 und 104°,2. In Glaskolben, in denen vorher S
felsäure gestanden hatte oder erhitzt war, obgleich nachher
destillirtem Wasser vollständig gereinigt, siedete das Wa
erst bei 103° bis 104°, auch liess sich seine Temperatur d
Regulirung der erhitzenden Weingeistflamme sogar bis
steigern, beim beginnenden Sieden ging aber die Tempe
um 1° bis 2° wieder herab und stieg bei eingeschüttetem
senfeilicht nie über 103°; der Dampf hatte stets 100°. M
cet setzt diese Erscheinung in Parallele mit dem Herabge
der Temperatur des ruhig stehenden Wassers vor dem
frieren. Alkohol von 0,81 spec. Gew. liess sich in Kol
worin Schwefelsäure gestanden hatte, bis 82°,5 erhitzen,
Eisenfeilicht sank die Temperatur auf 79° herab, welche
die des Dampfes war; in nicht präparirten Kolben siede
bei 79°,5. In weissen und dickeren Glaskolben liegt der
depunct des Wassers etwas höher; dass er aber in neuem G
stets niedriger liegt, als in solchem, welches vorher mit Sc
felsäure oder Kali präparirt war, soll von feinem Staube
einem dünnen Ueberzuge herrühren, welcher stets an den W

1 Nach meiner Ansicht bedarf diese Thatsache erst einer w
holten genauen Prüfung, ehe sie als sicher bestehend in die Wissen
aufgenommen werden kann; denn ist einmal der von der Flüssigkeit
trennte Dampf nichts anderes als reiner Wasserdampf, so ist nicht
begreiflich, wie er, als solcher, eine andere Beschaffenheit haben
als gewöhnlicher Wasserdampf.

dungen des neuen Glases hafte. Ob hierdurch das ganze Phänomen mit seinen verschiedenen Modificationen genügend erklärt sey, möge dahin gestellt bleiben; auf jeden Fall verdienen die hier nicht beachteten früheren Versuche Rudberg's und auch die von L. Gmelin und mir angestellten berücksichtigt zu werden. Ohne allen Zweifel muss beim Sieden nicht bloss die Adhäsion des Wassers an der Fläche des Gefässes durch die gebildeten Dampfblasen aufgehoben werden, sondern auch die der Wassertheilchen unter sich, was schon aus der Wirkung des nicht zu Boden gesunkenen Eisenfeilichts hervorgeht.

gnale. künstliche zu Längenbestimmungen. VI. 11.
lber. VIII. 798. verschluckt Sauerstoffgas. I. 72. 73. Silberoxyd, Höllenstein, Knallsilber. VIII. 799. Chlorsilber, Bromsilber, Iodsilber, Schwefelsilber, Cyansilber, Silberamalgam. 800.
berbaum. Dianenbaum. S. **Metallbaum.** VI. 1816.
icium. Kiesel. VIII. 801.
nmer. würtembergisches. VI. 1363. hessisches. 1372.
nmern. (Geräusch) der Gefässe vor dem Sieden des Wassers. X. 1007.
d. Wüste. III. 1133.
usbussole. S. **Multiplicator.**
ene. tönendes Instrument. VIII. 185. 296.
occo. Wind. X. 1911.
rab oder **Sehrab.** S. **Strahlenbrechung.** VIII. 1173.
mograph. Erdbebenmesser. IX. 2258.
thermometer. IX. 969. S. **Meer.** VI. 1671.
ale der Geschwindigkeiten. IV. 1357.
alenlinie, aräometrische. I. 366.
phander. VIII. 686.
agraphie. S. **Perspective.** VII. 435.
da. im Isländischen Bergsturz. IV. 1311.
erotica. weisse Haut des Auges. I. 530.
aragditfels. Gebirgsart. III. 1082.
ium. S. **Natrium.** VII. 8.
le. der Lager. III. 1104.
ano. Wind. X. 1927.
fataren. IX. 2210.
ore. örtlicher Wind. X. 1942.
otnik. Russisches Gewicht. VI. 1348.
pindel, Solwaage. I. 352.
stitialpunct. S. **Sonnenwende.** VIII. 899. Solstitial-Springfluth. III. 47. und Nippfluth. 48.
mer. VIII. 802. im Gegensatz des Winters und dessen Temperatur. X. 2259. Sommerpunct. VIII. 803. Sommerwendepunct. 899.
nambüle. durch animalischen Magnetismus. VI. 1157.

Digitized by Google

Sonne. VIII. 804. Einfluss auf die Atmosphäre der Erde. I. 498. auf Barometerschwankungen. 928 *. deren Atmosphäre. 506. giebt Licht und Wärme. VIII. 805. scheinbarer Halbmesser. 810. dessen Ungleichheit. 816. Entfernung von der Erde. 817. Grösse. 824. scheinbare beim Auf- und Untergange. IV. 1452. V. 260. Masse. VIII. 826. Fall der Körper auf ihr. 828. physische Beschaffenheit, Selbstleuchten, Flecken und Fackeln. 830. X. 659. Unveränderlichkeit ihres Durchmessers. VIII. 835. graue Einfassung der dunklen Sonnenflecke. 837. Wirkung der Sonnenstrahlen auf der Erde. 838. Tageslänge. 839. ungleicher Abstand der Sonne im Winter und im Sommer. 842. Aenderungen der Sonnenbahn. 846. Bewegungen der Sonne. 847. Wärmeerzeugung durch Sonnenstrahlen. X. 127.

Sonnencirkel. II. 252. 254.

Sonnenfackeln, Sonnenflecke. VIII. 850. erste Entdeckung 851. Grösse und Beschaffenheit. 854. Erklärung. 855. X. 659. beweisen die Axendrehung. VIII. 855.

Sonnenfinsterniss. IV. 258. partielle, totale, centrale oder ringförmige. 259. deren Berechnung. 260. IX. 1042. 1754. 2082. Vergl. **Mondfinsterniss.** VI. 2446.

Zus. Keine der früheren Sonnenfinsternisse wurde mit allgemeiner Aufmerksamkeit beobachtet und gab so viele Gelegenheit zu interessanten Wahrnehmungen, namentlich des glänzenden Ringes um den Mond und zweier sich zeigender rother Flecke, als die totale am 6ten Juli 1842[1].

Sonnengleichung. S. **Kalender.** V. 825.

Sonnenheber, eine Art Springheber. V. 128.

Sonnenjahr. VI. 1229. VIII. 865. IX. 1223. Länge desselben. 867. des tropischen und siderischen. 869. des anomalistischen. Mondenlauf. 871.

Sonnenlicht. Magnetisirung des Stahls durch dasselbe. VI. 824.

Sonnenmikroskop. S. **Mikroskop.** VI. 2192. 2253.

Sonnenmonat. S. **Monat.** VI. 2335.

Sonnennähe und **Sonnenferne.** VIII. 872. Aenderung der Geschwindigkeit der Planeten hiernach. 875. der Kometen 877. Seculäre Aenderungen der Planeten. 878. Aenderung der Länge des Perihels der Erde. 881.

Sonnenparallaxe. deren Bestimmung aus den Durchgängen der Venus. II. 696. IX. 1656. 1660.

Sonnenrauch. Höhrauch. S. **Nebel.** VII. 38.

Sonnenstäubchen. Schweben derselben. VIII. 672. verbrennen nicht im Focus. X. 189.

1 Man findet eine Zusammenstellung der Hauptphänomene in Bibl. univ. de Genève. Nouv. Sér. N. 88. p. 353. Andere werden noch erwartet.

lonnensystem. VIII. 882. des Ptolemäus. 883. des Tycho de Brahe und Copernicus. 885. Vergl. **Weltsystem.** X. 1500. und **Umlaufszeiten.** IX. 1231. 1262.
lonnenteleskop. S. **Teleskop.** IX. 193.
lonnenuhr. VIII. 887. 1223. Aequinoctialuhr und Horizontaluhr. 889. Mittagsuhr. 895. Morgenuhr, Abenduhr. 896. Mond- und Sternuhr. 899. Berthier bringt Globen in Vorschlag, die als solche dienen sollen. V. 271.
lonnenwende. Sonnenstillstandspunct, Solstitialpunct. VIII. 899. Kolur der Solstitien und Wendekreise. 900.
onnenzeiger. S. **Sonnenuhr.** VIII. 887.
onnenzeit. VIII. 901. Frühlingspunct, Sterntag, Sternzeit. 901. Sonnentag. 902. IX. 36. tropisches Jahr. VIII. 904. mittlere Sonne. 905. Zeitgleichungstabelle. 909. Zeitgleichung. 911.
onntagsbuchstabe. dessen Bestimmung nach dem Julianischen Kalender. S. **Kalender.** V. 819. nach dem Gregorianischen. 820.
onometer. S. **Monochord.** VI. 2450. VIII. 442.
pannkraft. S. **Elasticität.** III. 167. **Spannung,** elektrische, und Spannungsunterschied. IV. 749.
pargiren. beim Magnetisiren. VI. 1152. 1154.
pectrum. prismatisches Sonnenbild. IV. 58. ungleiche Wärme der farbigen Strahlen. X. 157. 159. Fraunhofer's mittlere Spectra. S. **Inflexion.** V. 733. äussere. 738.
eichelstoff. IX. 1717.
errflasche, elektrische, die Ladung länger behaltende. IV. 365.
häre. Himmelskugel, Weltkugel. VIII. 914. Armillarsphäre, Ringkugel, gerade und parallele Sphäre. 915. schiefe Sphäre. 916.
häroid. dessen Oberfläche. IX. 1181. Volumen. 1183. verlängertes; dessen Complanation. 2108. und Kubatur. 2113. abgeplattetes, dessen Complanation. 2109. und Kubatur. 2113.
härometer. VIII. 916. neueres von Cauchoix. 917.
iegel. VIII. 920. verschiedene Arten. 921. aus Metall. 922. Erfindung derselben. 926. Foliiren. I. 177. Theorie der ebenen Spiegel. VIII. 927. Wirkungen vereinter Spiegel. 931. und Spiegelzimmer. 933. Abirrung des Lichts bei denselben. I. 165. Brennweite der parabolischen und sphärischen. 1222. reflectiren die Wärmestrahlen. X. 419. Wirkungen der Pictet'schen. 420. Lieberkühn'scher Spiegel. S. **Mikroskop.** VI. 2206. Sömmering'scher. 2256. der Teleskope. S. **Teleskop.** IX. 126 ff. 160 ff. Menge der von ihnen reflectirten Strahlen. S. **Zurückwerfung.** X. 2457. Poliren und Schleifen derselben. 2453. 2454.
iegel. Meeresspiegel. S. **Meer.** VI. 1587. und **Spiegel.** VIII. 920.
iegelkreis. VI. 30. VIII. 781. 782.
iegelsextant. S. **Sextant.** VIII. 781. 782. dessen Erfindung. VI. 28. kann statt eines Heliotrops dienen. V. 249.
ielereien, magnetische. VI. 1021.
iessglanzmetall. I. 299.

Oo*

Digitized by Google

Spindelbaum. am Göpel. VII. 1142.
Spinne, elektrische. IV. 380. 399.
Spinnenfäden. Elasticität und Feinheit. II. 514. Einziehn in F
röhre. IV. 188. verbrennen nicht im Focus. X. 189.

Zus. REAUMUR fand, dass 90 Spinnenfäden einen gew
lichen Seidenfaden, 14000 einen Nähfaden geben. Nach LE
WENHOEK geben 18000 Spinnenfäden die Dicke eines Bar
res, von einer jungen Spinne aber würden vier Millionen
gehören, und dennoch trägt einer sechs Spinnen. Um
Pfund Spinnengewebe zu erhalten, würden 700000 Spinnen
fordert werden.

Spiralfeder. in den Uhren. IX. 1135.
Spiralkorb. VII. 1143.
Spirallinie. deren Rectification. IX. 2102.
Spiralpumpe. S. **Pumpe.** VII. 972.
Spithame. ägyptisches Mass. VI. 1233. 1243.
Spitzen. elektrische. VIII. 934. Thatsachen. 935. und deren
rung. 939. COULOMB's Verdienste. 942. elektrisches Flugr
FRANKLIN's Rad. 959.
Sprachgewölbe. VIII. 467.
Sprachmaschine. I. 655. VIII. 387.

Zus. Ein Künstler aus Wien, Namens FABER, ha
Maschine verfertigt, welche nach dem Urtheile POGGEND
alle früheren bei weitem übertrifft. Sie hat einen dem
lichen nachgebildeten Mund mit Lippen und Zunge von
schuck, eine Claviatur von 16 Tasten für die Vocale, H
cale und einige Consonanten, nebst zwei Hülfstasten f
übrigen Consonanten, deren eine die Nase, die andere die
ritze schliesst. Einzelne Buchstaben und ganze Worte
vernehmlich, auch in verschiedenen Sprachen, gesprochen
da die Höhe und Tiefe geändert werden kann, so
dieses eine Annäherung zum Singen. Der eigentliche M
nismus ist noch Geheimniss.

Sprachrohr, uneigentliches. S. **Hörrohr.** V. 431. eige
VIII. 459.
Sprengen. der Steine mit Sandbesetzung. VIII. 1074.
Springbrunnen. Fontaine. VIII. 962. Hindernisse der e
chenden Sprunghöhe. 963. Ausflussröhren. 967. Zuleitung
968. merkwürdige Wasserkünste. 970. Feuerspritzen. 97
ronsball, Heronsbrunnen. 973. Fontaine im Vacuum. I. 266.
Springfluth. III. 5. 15. 46. 47.

1 Dessen Ann. Bd. LVIII. S. 175.

pringheber. S. **Heber.** V. 127. und Springbrunnen. VIII. 972.
pringkölbchen. Bologneser Flasche. III. 174.
pringkraft. S. **Elasticität.** III. 167.
prödigkeit. VIII. 977. Verminderung derselben beim Glase. 978.
prungkegel. VIII. 979. Erscheinungen. 980. Erklärung. 982. Anwendungen. 983.
punde. der Wasserleitungen. VII. 1432.
taar. schwarzer, durch Elektricität geheilt. III. 404. grauer, grüner, schwarzer. IV. 1397.
taarbrille. IV. 1377. 1397.
tab des Cabeo. VIII. 1179.
tabeisen. S. **Eisen.** III. 158.
taberrad. VII. 1170.
tachelbauch, elektrischer. IV. 275. 281.
tadium. ägyptisches. VI. 1232. jüdisches. 1237. griechisches von verschiedener Grösse. 1241. 1242.
ärkemehl. IX. 1713.
ahl. III. 160. dessen Elasticität. 190. Einwirkung des elektrischen Leiters auf denselben. 531. dessen magnetisches Verhalten. VI. 680. unter Einwirkung von Hitze. 851. Magnetisirung desselben. 912. Einfluss seiner Beschaffenheit, Härte und Politur auf die Magnetisirung. 931. neuere Methoden des Streichens. 942.
andard. englische Normalgrösse. VI. 1290.
angencirkel, dioptrischer. II. 177.
arrheit, Zustand der, als relative Eigenschaft der Körper. IV. 478.
aubbrillen. IV. 1404.
aubregen. VII. 1231. X. 2318.

Zus. Ein Beispiel vom Staube, welcher von der westafricanischen Küste bis in 20 Grade Entfernung über den atlantischen Ocean fortgeführt wurde und daselbst auf ein Schiff in Menge herabfiel, scheint unter die grossen Seltenheiten zu gehören[1].

aubschnee. VIII. 560.
aubwolken. X. 2318.
earopten. IX. 1706.
echheber. I. 259.
eifheit der Seile. I. 971.
eigbügel im Ohre. S. **Gehör.** IV. 1202—1204.
ein der Weisen. VII. 504.
eine. provinzieller Ausdruck statt Hagel.
einkohlen. S. **Erde.** III. 1108. Wärmeproduction derselben beim Verbrennen. S. **Heizung.** V. 142. und **Wärme.** X. 327. Steinkohlengas. S. **Gasbeleuchtung.** IV. 1111. Steinkohlenlager, brennende. S. **Vulcan.** IX. 2340. Steinpapier, Steinpappe. X. 305. Steinsalz, fossiles. III. 1089. 1105.

1 Edinb. New Phil. Journ. N. LXIII. p. 134.

Digitized by Google

Steppen. III. 1130. 1134.
Sterblichkeitstabellen. X. 1199.
Stere. französisches Holzmass. VI. 1272.
Stereodynamik. II. 715.
Stereometer. I. 395. IV. 1546. VIII. 678.

Zus. **Stereoskop** nennt WHEATSTONE[1] ein Instru welches bestimmt ist, solide Figuren darzustellen, und de er sich bei seinen Untersuchungen über die Functionen de ges bediente.

Sternbilder. Alter derselben. VIII. 985. Bedeutung. 986. Thierkreises. 991. astrologische Abtheilungen. 993. Frühling und Vorrücken der Nachtgleichen. 999. Sternbilder der Alten. Namen der vorzüglichsten Sterne. 1003.
Sterncharten. Himmelscharten. VIII. 1008. Himmelsgloben. Sternkegel. 1016. Sternkataloge. IX. 2.
Sterne. neue am Himmel. IV. 341. 345. IX. 1681. X. 1460. derliche. IV. 341. IX. 1684. X. 1457. Sternhaufen. IV. 53. X. 1399. Sterngruppen. X. 1400.
Sternkataloge. IX. 2.
Sternschnuppe. VIII. 1019. am Tage nicht sichtbar. 102 breitung und Häufigkeit. 1021. Schweif derselben. 1022. 1023. ausgezeichnete Fälle von Sternschnuppen. 1024. Be heit derselben. 1029.

Zus. Eine unglaubliche Menge von Sternschnupp in der Nacht vom 12ten zum 13ten Nov. 1799 aus allen tungen zu Philadelphia unter 25° n. B. bis zu 30° 42′ Nach den gehaltreichen Untersuchungen BESSEL's[3] ist wo mehr zweifelhaft, dass die Sternschnuppen, mindestens die ren, und die ihnen zugehörigen Meteorsteine aus dem raume kommen.

Sternweite. X. 1366. 1372. 1381.
Sternzeit. VIII. 901. 1030. IX. 36. Vergleichung mit der zeit. VIII. 1032. Sonnentafeln. 1038. mittlere Zeit und chung. 1039. Sternuhr. 1043.

---

1 Poggendorff Ann. Erg.-H. S. 9.

2 ANDREW ELLICOT in Amer. Philos. Trans. T. VI. p. 2 die von 1832 s. QUETELET in Corresp. astron. et phys. T. VII Letzterer theilt sehr belehrende Nachrichten mit über Sterns überhaupt und ihre periodische Wiederkehr um d. 10. Aug. in l'Acad. de Brux. T. XV. Vergl. Bulletins. T. IX. N. 9.

3 Astronomische Nachrichten. 1839. N. 380.

Digitized by Google

Stethoskop. VIII. 497.

Stetigkeit. VIII. 1049. Gesetz der Stetigkeit. 1050.

Steuercompass. II. 189.

Steuerung. bei Dampfmaschinen. II. 471. Vergl. **Selbststeuerung.** VI. 552. II. 439.

Stiefel. der Luftpumpen. VI. 585. der Pumpen. VII. 957.

Stickgas. VIII. 1052. Bestandtheil der Atmosphäre. I. 454. VI. 1496. S. **Atmosphäre.** oxydirtes Stickoxydul. Athmen desselben. I. 425. ist tropfbar-flüssig gemacht. IV. 1020.

Stickstoff. Salpeterstoff. VIII. 1052. Verbindung mit Sauerstoff. 1052. 1053. mit Wasserstoff. 1054. Ammoniakverbindungen. 1055. Chlor- und Iod-Stickstoff. 1056. S. **Ozon.**

Stillstand der Planeten. VIII. 1056. Ort des Stillstandes. 1057. Bogen zwischen diesem und der Conjunction. 1059. Stillstand der Ausweichung. 1062.

Stimme der Menschen. Entfernung, bis wohin sie dringt. III. 91. Theorie derselben. S. **Schall.** VIII. 373. und Zus. **Schall.**

Stimmgabel. VIII. 218.

Stinkstein. Felsart. III. 1088.

Stöchiometrie. IX. 1881. stöchiometrische Rechnung. 1918.

Stof. russisches Mass. VI. 1354.

Stoffe. unzerlegte Körper. III. 785.

Storchschnabel. S. **Pantograph.** VII. 284.

Stoss. VIII. 1063. Unterschied von Druck. II. 606. 609. Mittelpunct desselben. VI. 2306. Problem des Stosses. VIII. 1063. genauere Untersuchung. 1065. gerader und centraler harter Körper. 1067. elastischer Körper. 1068. vollkommen elastischer. 1070. Sprengen der Steine mittelst Sand. 1074. Zerplatzen der Schiessgewehre. 1075. Sprengen mittelst sonstiger lockerer Körper. 1076. Fortpflanzung des Stosses durch Kugeln von ungleichem Durchmesser. 1083. vereinter Stoss mehrerer sich berührender Kugeln. 1084. Stoss unvollkommen elastischer Körper. 1085. schiefer Stoss. 1086. Stossmaschine oder Percussionsmaschine. 1088. excentrischer Stoss. 1090. Drehung der Geschützkugeln. 1091. Kraft des Stosses. 1092. Rammklötze. 1093. Geschützkugeln und Mauerbrecher. 1094. Vergleichung zwischen Druck und Stoss. 1095. Widerstand gegen den Stoss. 1096. Stoss des Wassers. 1098. Rollsteine der Flüsse. 1101. Stoss des Windes. X. 2066.

Stoss. Stösse (Battements) zweier Töne. VIII. 302.

Stossen. der Flüssigkeiten beim beginnenden Sieden. X. 1018. 1035.

Stossheber, Stösser, Stosswidder, hydraulischer Widder. VIII. 1103. Einrichtung. 1104. Theorie. 1107. Hachette's Abänderung desselben. 1114.

Strahlenband. im Auge. I. 533.

Strahlenbrechung. VIII. 1115. Geschichtliches. 1118. Refractionstafeln. 1122. Theorie. 1123. Refractionstafel. 1133. Correction der mittleren nach Barometer und Thermometer. 1136. Einfluss des

Digitized by Google

Wasserdampfes. 1143. Wirkung der Refraction auf verschied… Erscheinungen. 1145. namentlich Dämmerung. 1149. vermindert d… Länge der Nacht. S. **Nacht.** VII. 3. Irdische Strahlenbrechung VIII. 1151. Theorie. 1152. Luftspiegelung. 1155. Bahn der Lichtstrahlen bei diesen Erscheinungen. 1164. Fata Morgana. 11… Brockengespenst. 1171. Chittram und Sehrab. 1173. Strahlenbrechung zeigt ungleich warme horizontale Luftschichten. V. 317. d… Corrigirung beim Nivelliren. VII. 107.

Zus. Die Perser kennen die in ihren Ebenen nicht se… Luftspiegelung und nennen sie **Sirrab**, bei den Arabern h… sie **Serab**, bei den Hebräern **Schanab**, wovon Jesaias (… 35, V. 7) redet. Sie ist auch in der nubischen Wüste n… selten[1]. Burckhardt[2] sah sie häufig in der nubischen W… und in Syrien, einmal eine vom reinsten Himmelblau.

Strahlenkästchen, Nürnberger. V. 816.
Strahlenkörper im Auge. I. 533.
Strahlenplättchen im Auge. I. 544.
Strahlung. Wärmestrahlung der Erde gegen den leeren H… raum. X. 180. Vergl. **Thau.** IX. 687. Wärmestrahlung über… X. 418.
Stratificirung der Felsarten. III. 1076.
Strauberrad. S. **Rad.** VII. 1170.
Streckbarkeit. S. **Dehnbarkeit.** II. 504.
Streichwalze der musikalischen Instrumente. VIII. 348.
Streichen der Gänge. III. 1103.
Stroboskopische Scheibe. VIII. 771.
Strockr. heisse Quelle auf Island. IX. 2347.
Strohfiddel. musikalisches Instrument. VIII. 200.
Strohhalmelektrometer. III. 665.
Strohseilableiter. I. 1086.
Strom. VIII. 1173. Ursprung der Flüsse oder Ströme. 1174. … gebiete und Wassermenge der Ströme. 1175. Fall oder … 1177. Messung der Geschwindigkeit durch Schwimmer. 1178. … den Stab des Cabeo. 1179. Pitot's Röhre. 1180. der S… drant oder das hydrometrische Pendel. 1181. Lorgna's W… bel, das Hydrotachometer, die hydraulische Schnellwaage. 1… das rheometrische Winkelmass, Wasserfahne des Ximenes. 1… Brüning's Tachometer. 1185. Woltmann's Strommesser. 1… X. 2202. Wassergehalt der verschiedenen Ströme. VIII. 1188. … mentlich des Rheins. 1191. Verhältniss zur Länge des Laufes … zum Flussgebiete. 1192. Gefälle. 1193. Stromschnellen. 1…

---

1 Ausführlich wird darüber gehandelt in: Mémoire sur l'Eg… Par. l'An VIII. T. I. p. 64.

2 Dessen Reise in Nubien. S. 265. 524.

Wasserfälle. 1196. Ueberschwemmungen. 1205. Beschaffenheit des Flusswassers. 1211. Schlamm und dessen Bodensatz. 1213. Versinken der Flüsse. 1214. und Versiegen im Sande. 1215. Rastern, Mascaret, Wasserratte, Bore, Kanterung, Barre, Pororoca. 1217. Meeresströme. S. **Meer.** VI. 1756.

rontium und dessen Verbindungen. VIII. 1220.

rychnin. IX. 1716.

unden. Bestimmung derselben. IX. 39.

undenkreis und **Stundenwinkel.** VIII. 1221. Anwendung des Stundenwinkels. 1224.

urm. Wirkungen der Stürme. X. 2042. auf die Magnetnadel. I. 162.

iblimation. VIII. 1233.

icher. S. **Fernrohr.** IV. 193.

idlicht. fälschlich so genannte Nordlichter. S. **Nordlicht.** VII. 156. Australschein. VIII. 1230. Beobachtung desselben. 1230.

idpol der Erde. III. 839. S. **Erde.**

dpunct. II. 59.

sswasserkalk. Gebirgsart. III. 1093.

mmen der Insecten. S. **Fliegen.** IV. 469. Vergl. **Insecten.**

mpf. Morast, Moor, Bruch. VIII. 1233. Entstehn derselben. 1234. Oertlichkeit. 1235. Pontinische Sümpfe. 1237. schwimmende Inseln. 1239. Plaggen und Torf. 1242. Entstehung und Beschaffenheit des Torfs. 1244.

rf. eine Art Brandung. I. 1109.

rthöhle auf Island. S. **Höhle.** V. 414.

rturbrand. Art Steinkohle. III. 1110.

enit. Gebirgsart. III. 1085.

mpathie. geheime Kraft. S. **Kraft.** V. 1009.

mphonium. musikalisches Instrument. VIII. 369.

mpiezometer. I. 797. VIII. 1245. Beschaffenheit des von Adie erfundenen. 1246.

rinx. musikalisches Instrument. VIII. 350.

zygien. VIII. 1253. bestimmen die Epacten. 1253.

T.

belle. Tafel. Bedeutung. IX. 1. Sterntafeln oder Sternkataloge. 2. Logarithmentafeln. 8. der elliptischen Functionen. 11. der Aberration. 12. allgemeine. 17. der Orte der Himmelskörper. 19. Beispiele physikalischer. 27. der Ausdehnung der Körper durch Wärme. I. 563. von Horner. 575. von de Luc. 591. von G. G. Schmidt. 592. von Charles. 594. von Thomson. 595. von Gay-Lussac. 595. von Blagden und Gilpin. 602. allgemeine. 608. 616. der festen Körper. X. 897. des Wassers. 914. des Seewassers. 919. des Weingeists. 922. des Schwefelkohlenstoffs. 930. der Ladungen und Anfangsgeschwindigkeiten der Geschützkugeln. I.

Digitized by Google

713. de Borda's. 743. 751. Hutton's. 748. Bezout's. 750. barometrisches Höhenmessen. V. 329. der Wärmecorrection bei Barometern. 903°. VI. 1861. der Leistungen durch Muskelkraft. 1002. Hansteen's der magnetischen Abweichung, Neigung und Intensität. VI. 1072. der halben Dauer der natürlichen Tage. IX. der täglichen Temperatur-Variationen. 372. der monatlichen Temperatur-Variationen. 414. der jährlichen Temperatur-Unterschiede. 442. der mittleren Temperaturen. 515. der höchsten Temperaturen. 650. der mittleren Temperaturen an der Meeresoberfläche in der äquatorischen Zone. 652. der den Temperaturen zugehörenden Windrichtungen. 562. der thermoelektrischen Reihe der Körper. IX. zur Reduction der Thermometerscalen. 905. der Quecksilberthermometer auf Luftthermometer. 959. der Atomgewichte und specifischen Wärme. 1898. 1942. der Atomgewichte. 1911. 1924. der specifischen Wärmecapacitäten. X. 824. der Schmelzpuncte. 989. der Siedepuncte der Salzsoolen. 1017. allgemeine der Siedepuncte. der Elasticitäten des Wasserdampfes. II. 351. X. 1081. der Elasticität des Alkoholdampfes. II. 360. der Elasticität des Schwefelätherdampfes. II. 366. der Elasticität des Schwefelkohlenstoffdampfes. X. 1082. der Elasticität des Quecksilberdampfes. 1098. der Dichtigkeit des Wasserdampfes. II. 385. der Dichtigkeit des Alkoholdampfes. 392. der Dichtigkeit des Schwefelätherdampfes. der Dichtigkeiten der Gase. X. 1116. der specifischen Wärme. der Mortalität. 1199. zur Auffindung der wahrscheinlichen 1224—1226. der Grössen und Bewegungen der Himmelskörper. 1583. des Widerstandes tropfbarer Flüssigkeiten. 1843. der mittleren Windrichtungen. 1995. für den Lind'schen Windmesser.

Tachometer. allgemeines. IX. 33. Uhlhorn's. 34. die Geschwindigkeit des strömenden Wassers zu messen. VIII.

Tachopyrion. S. **Feuerzeug,** pneumatisches. IV. 232–
VI. 268. X. 230.

Taddy. eine Art Ventilator in Indien. IX. 1635.

Tänzer. schottischer. VIII. 662.

Zus. Der Erfinder dieser Erscheinung, Camelli[1], davon eine nicht wohl verständliche Erklärung.

Täuchel. S. **Röhren.** VII. 1397.

Tag. Sterntag mit dem mittleren Sonnentage verglichen. IX. 36. natürlicher. 39. Eintheilung des Tages. 39. Wochentage. 41. Schalttage. 43. Beständigkeit der Erdaxe. 45. Abplattung der Erde. Pendellänge. 46. Ursachen der Unveränderlichkeit der Erdaxe. Beständigkeit der Tagslänge. 54. aus dem Mondlaufe gefunden. aus Verfinsterungen. 59. Veränderlichkeit der natürlichen Tage. Klimate in Beziehung auf Tagslänge. 70. Tabelle dieser Grössen. 74. V. 857.

---

1 Giorn. accad. delle Scienze. T. XXXVII. p. 1.

gblindheit. IV. 1415.
gbogen. IX. 80. Auffindung der wahren Sonnenzeit aus der Culmination. 80. des halben Tagbogens. 82. Aenderung der Zenithdistanz der Gestirne. 87.
ktmesser. S. **Pendel.** VII. 399.
lent. griechisches Gewicht. VI. 1245.
lgfett. IX. 1708. **Talgsäure.** 1699.
lkschiefer. Gebirgsart. III. 1082.
m-Tam oder **Gong-Gong.** musikalisches Instrument. IV. 1612. VIII. 250.
ngentenbussole. S. **Multiplicator.**
nnenholz. absorbirt Gase. I. 180. specifisches Gewicht. IV. 1558. Ausdehnung durch Wärme. X. 899.
ntal oder Columbium. IX. 89.
ntalus, künstlicher. S. **Heber.** V. 35.
rtinische Töne. S. **Schall.** VIII. 316.
rtrimeter. IX. 90.
stsinn. S. **Gefühl.** IV. 1188.
ube, fliegende des Archytas von Tarent. I. 232.
ubheit. IV. 1212. 1214. durch Elektricität geheilt. III. 404.
ucher. deren Verfahren. VIII. 710. Cartesianische. VIII. 683.
ucherglocke und **Taucherkappe.** I. 268. deren Erfindung. IX. 91. allgemeine Bedingungen ihrer Construction. 93. verbessert durch Halley. 94. Triewald. 95. Spalding. 96. Smeaton. 98. und Steele. 99.
urin. IX. 1717.
utochrone. I. 964. IV. 25.
noskop. IX. 190.
egraph. IX. 100. optischer. Aelteste Anwendung der Feuersignale. 101. Chappe's Telegraph. 102. und dessen Verbesserungen. 105. für den Gebrauch bei Nacht. 106. elektrischer. Sömmerring's Vorschlag. 108. Methode nach Gauss. 110. nach Schilling von Canstadt. 111. Magnetometer. 116. Telegraphien durch den Inductionsstrom. 120. magnetische Inductionsmaschine des v. Ettingshausen. 122. Hindernisse des Telegraphirens und neueste Verbesserungen. 125.

Zus. Neuerdings hat man sich in Frankreich viele Mühe gegeben, nächtliche Telegraphen mittelst verschiedener Beleuchtung herzustellen. Die Vorschläge von Villallongue werden Berichte der zur Prüfung ernannten Commission sehr empfohlen [1].

Für die elektrischen Telegraphen ist sehr viel geschehn, aber dennoch sind keineswegs die Schwierigkeiten

---

[1] Compt. rend. T. XIV. N. 4. p. 147.

Digitized by Google

vollständig überwunden, welche der praktischen Ausführung ent-
gegenstehn, wie einfach auch die Theorie immerhin seyn mag.
Nach letzteren kommt nämlich das ganze Problem darauf hin-
aus, den elektrischen Strom durch vollkommene Leiter auf die
erforderlichen Entfernungen hinzuführen und an der Station
dessen magnetische oder elektrolytische oder physiologische
Kraft zu benutzen, um in der Entfernung gehörige Zeichen zu
geben. Bis jetzt hat man bloss die elektromagnetische Kraft
des galvanischen Stromes benutzt, wie dieses durch GAUSS und
SCHILLING VON CANSTADT erfunden worden ist. Die von dem Er-
steren vorgeschlagene Methode ist später durch STEINHEIL[1] in
Anwendung gebracht worden, mit der Modification, dass nur ein
in der Luft ausgespannter Draht zur Leitung des Stromes dient,
die Zurückführung aber durch die Erde stattfindet. Vermöge
eines sinnreich erdachten Mechanismus wird die Quelle des elek-
trischen Stromes mit dem Leitungsdrahte durch Claves, die man
bloss niederdrückt, in Verbindung gesetzt, der Strom durchläuft
dann nach der einen oder nach der entgegengesetzten Richtung die
Leitung und setzt zwei Magnetstäbe in Bewegung, deren jeder
in einem ihm zugehörigen Multiplicator eingeschlossen ist. Die
Axen beider Magnetstäbe liegen in einer Linie und in derselben
horizontalen Ebene, und sind der eine am Nordpole, der andere
am Südpole mit einer Vorrichtung versehn, deren jede eine
verschieden gefärbte Flüssigkeit enthält. Neben ihnen wird ein
mit Papier überzogener Cylinder durch ein Uhrwerk um seine
verticale Axe gedreht, und wenn dann z. B. das Nordende des
Magnete westliche Abweichung erhält, so zeichnet der Mecha-
nismus des einen Magnetes auf dem Papiere einen farbigen
Punct, ist aber umgekehrt die Abweichung des Südendes west-
lich, so zeichnet der Mechanismus des zweiten Magnets einen
anders gefärbten Punct; die Combination dieser Puncte gewährt
die verlangten Buchstaben und Zahlen. Die längste, etwa ...
französische Meilen betragende telegraphische Strecke hat Morse
ausgeführt, mit Beibehaltung der ursprünglich angewandten
zwei Drähte, des einen für die Hinleitung, des andern für die
Zurückleitung des elektrischen Stromes. Die grössten Ver-
dienste um die Verbesserung und praktische Ausführung des

1 Ueber Telegraphen. München 1838. Compt. rend. 1838. p. 5..
2 Compt. rend. 1838. p. 595.

Telegraphen hat Wheatstone sich erworben, inzwischen hat er as Ganze noch nicht bekannt gemacht und ich kann daher ur eine allgemeine Beschreibung mittheilen, halte es auch nicht ür angemessen, in das Einzelne des Technischen einzugehn, a bei einer ihrem Wesen nach so einfachen, für verschiedene Zwecke so nützlichen Aufgabe für einzelne gegebene Fälle und n Allgemeinen brauchbare Verbesserungen leicht aufgefunden erden.

Den durch Gauss und Schilling aufgefundenen Hauptmeioden verdient als gleich wichtig die von Wheatstone sinneich ausgesonnene und mehrfach, namentlich für Signale bei isenbahnen, ausgeführte angereiht zu werden. Der Meianismus seines Telegraphen ist im Wesentlichen folgender. n Ganzen werden fünf Leitungsdrähte erfordert, deren zwei doch für sich bestehn und an jeder der beiden Stationen mitlst des erzeugten Elektromagnetismus ein Zeichen geben, n den Anfang des Telegraphirens anzuzeigen, damit der Beiachter aufmerksam werde und durch Rücksenden des Zeiiens andeute, dass er zum Beobachten bereit sey. Für die rten dieser Zeichen bieten die eigenthümliche Anwendung und e Stärke des erzeugten Elektromagnetismus ein weites Feld, id dieses kann daher hier füglich übergangen werden. Bei nigen englischen Eisenbahnen schliesst die an einer Station gehende Locomotive die Kette und der elektrische Strom tzt an der anderen Station einen Magnet in Bewegung, weliер im nämlichen Momente eine Glocke zum Anschlagen bringt. er eigentliche Telegraph besteht aus zwei Apparaten, dem nen, womit die Zeichen gegeben, und dem andern, an welhem sie auf der entfernten Station wahrgenommen werden; eide sind durch drei Kupferdrähte mit einander verbunden. er erste Apparat besteht aus einem Commutator, einer etwa Fig. 51.
Zoll im Durchmesser haltenden, 5 Lin. dicken Scheibe A, elche von Messing verfertigt 12 eingelegte Stücke von Elnbein, Glas, Holz oder einer sonst geeigneten isolirenden ubstanz hat und durch eine messingne Säule P getragen ird. Dieser gegenüber befindet sich eine kleinere, ihr pallele und fest damit verbundene, auf deren Umfang 24 Stäbe efestigt sind, deren jeder einem Buchstaben zugehört, und a es deren bei Weglassung des X und Y nur 23 giebt, o ist das Stäbchen der 24sten Abtheilung zur Unterscheidung

Digitized by Google

schwarz und bezeichnet den Nullpunct des Alphabets. Die messingne Säule P giebt eine Verbindung mit einem Drahte $\alpha\beta$, welcher den zurückkehrenden Strom zum einen Pole der galvanischen Säule leitet. Auf dem Fussbrete m n sind ausserdem zwei federnde Messingstreifen p und q befestigt, welche gegen den äusseren Rand der Scheibe A drücken und so gestellt sind, dass stets die eine den messingnen, die andere den isolirenden Theil berührt; beide sind mit dem andern Pole der Säule verbunden. Hieraus wird klar, dass der Strom abwechselnd durch den Draht a und die messingne Scheibe, alsdann durch den gemeinschaftlichen Draht $\alpha\beta$ von einem Pole zum andern geht, oder wenn durch Umdrehung der Scheibe p auf die isolirende Stelle, q aber auf das Messing geglitten ist, durch den Draht b und die Scheibe, alsdann durch den gemeinschaftlichen Draht $\alpha\beta$ zum andern Pole gelangt.

Die auf diese Weise von der telegraphirenden Station ausgehenden Drähte werden isolirt zu der Beobachtungsstation fortgeführt und mit dem zweiten Apparate verbunden. Dieser besteht auf seiner, in der Zeichnung allein dargestellten Rückseite aus zwei kleinen Elektromagneten A und B, welche ab-
Fig. 52. wechselnd elektromagnetisch werden, der eine A, wenn der Strom durch den Draht a der ersten und zweiten Figur geleitet die Windungen dieses Elektromagnetes durchläuft und durch den gemeinschaftlichen Draht $\alpha\beta$ zum andern Pole zurückkehrt, und ebenso der andere Elektromagnet B, wenn die Leitung durch den Draht b und den gemeinschaftlichen Draht hergestellt ist. Ueber jedem Elektromagnete ruht, seinen Schenkelflächen parallel, eine Eisenlamelle n und m, welche in den verlängerten Draht p und q auslaufen, am anderen Ende l und h aber in feinen Scharnieren beweglich sind. Zwischen beiden Elektromagneten befindet sich das mit 12 schrägen Zähnen versehene Rad C, über welchem die in c drehbare Gabel so herabhängt, dass die auf den Enden der Schenkel befestigten Stifte f und g gegen die schrägen Flächen der Radzähne drücken und das Rad um seine Axe drehn, sobald die eisernen Lamellen m und n von den Schenkeln der Elektromagnete angezogen werden, die an diesen Ankern befestigten Drähte p und q gegen die auf den Schenkeln fc und gc stehenden Stifte r und s drücken und diese seitwärts gegen die Zähne des Rades bewegen. Das Rad C hat auf seiner

ner, hinter dem gezeichneten Apparat durchgehenden, Axe einen gleichmässig balancirten Zeiger, welcher zugleich vor einem mit den 23 Buchstaben und dem schwarzen Felde bezeichneten Zifferblatte steht und jederzeit um einen Buchstaben weiter rückt, sobald einer der Anker m oder n durch die Stäbe q oder u, die Stifte s oder r und die Gabelarme c f oder c g den Druck gegen einen Zahn des Rades ausübt und es um die Grösse eines halben Zahnes um seine Axe dreht. Da nun das Rad 12 Zähne hat, so muss der Zeiger bei 24 Wechseln der Anziehungen beider Elektromagnete über die 23 Buchstaben umlaufen und wieder auf das schwarze Feld zurückkommen, wenn er von diesem ausgegangen war. Hiernach stellen also beide, der Telegraphirende und der Beobachter, jeder seinen Apparat, der erste auf den schwarzen Stab, der zweite auf das schwarze Feld. Beim Telegraphiren dreht dann der erste die Scheibe in der Reihenfolge der Buchstaben so weit herum, bis der dem verlangten Buchstaben zugehörige Stab an der Stelle des schwarzen, also vertical herabhängend, sich befindet, und da bei jedem Uebergange zum nächsten Buchstaben einer der Elektromagnete seinen Anker anzieht und dieser das Rad um einen halben Zahn fortschiebt, so wird der Zeiger die zugehörige Reihe der Buchstaben gleichfalls durchlaufen und auf dem verlangten stehn bleiben; dieser Buchstabe wird aufgezeichnet und so fortgefahren, bis das Wort zu Ende ist, worauf der Telegraphirende den schwarzen Stab wieder auf 0 stellt, der Zeiger dadurch auf das schwarze Feld gelangt und dann ein zweites Wort auf gleiche Weise beginnt.

Dieses ist im Wesentlichen der Mechanismus des Wheatstone'schen Telegraphen. Auf welche Weise durch eine eigene Vorrichtung die telegraphirten Buchstaben sogleich abgedruckt werden, ist mir nicht bekannt, auch giebt es noch mehrfache anderweitige Modificationen solcher Apparate, die grossentheils leicht aufzufinden sind, deren Beschreibung aber hier zu viel Raum erfordern würde [1].

Wie sehr auch das an sich so einfache Princip der elektrischen Telegraphie zur Herstellung elektrischer Telegraphen

1 S. Herberger's Zeitschrift für die technischen Gewerbe. Bd. I. 4. Magazine of Science. 1843. Hft. XI.

Digitized by Google

auf weite Strecken einladet, so steht der Ausführung doch ei schwer zu überwindendes Hinderniss entgegen, was schon dur SCHILLING VON CANSTADT und v. JACQUIN bei ihren Versuch in Wien aufgefunden wurde und oben (Bd. IX. S. 125) erwä worden ist, nämlich die Nebenleitung, welche theils verhind dass der elektrische Strom wegen des wachsenden Leitung widerstandes auf weite Strecken fortgeführt werden k theils bewirkt, dass sich an einigen Stellen langer Leitung galvanische Wirkungen zeigen, ungeachtet die metallische V bindung der Leiter aufgehoben ist. JACOBI[1] fand dieses dem Telegraphen bestätigt, bei welchem die einfache Dr länge 9030 engl. Fuss, die ganze also doppelt so viel betr Der hierzu gebrauchte Kupferdraht war von der Dicke, d 3500 Fuss desselben 45 ℔ wogen, er war mit starkem Z umsponnen, wurde dann in eine Mischung von geschmolz Wachs, Harz und Unschlitt getaucht, dann abermals übersp nen und mit eben der Mischung überstrichen. Beide Dr lagen in gläsernen, 5 Fuss langen, 0,75 Z. weiten und m messen dicken, an den Enden geschliffenen und mittels K schuck verbundenen Röhren, welche überall 21 Zoll ti n Erde eingesenkt waren. Die Vergleichung zweier V deren einer dicht bei der Säule, der andere am äuss Ende der ganzen Länge eingeschaltet wurde, zeigte, d keine bedeutende Nebenleitung stattfand, die aber auf der g zen Strecke gleichmässig vertheilt war, und zugleich er sich die Anwendung der Volta'schen Elektricität für das legraphiren weit vortheilhafter, als die von STEINHEIL ge Magnetoelektricität.

Sehr wichtig und ein bereits bekanntes Feld bede erweiternd sind die von JACOBI angestellten Versuche übe Leitung des elektrischen Stromes durch Wasser, die nach mentlich in Beziehung auf das Telegraphiren Beachtung dienen. Der elektrische Strom einer Batterie von 24 Gr schen Bechern oder 150 Zink-Kupferplatten von 6 Z. wurde bei Oranienbaum durch 5600 Fuss Kupferdraht von Lin. Durchmesser hin- und eine gleich lange Strecke durch Wasser des finnischen Meerbusens zurückgeleitet, indem

1 Bullet. de l'Acad. Imp. de Petersb. T. I. p. 30. Pogg. Ann. Bd. LVIII. S. 409.

nen Ende der Station ein Zinkblech von 5 Quadratfuss Ober-
iche in den Meerbusen, am andern eine gleich grosse Platte
einem mit dem Meere in Verbindung stehenden Kasten ins
asser gesenkt war. In dieser Kette wurden Kohlen und
nner Platindraht, letzterer jedoch nur bei Anwendung der
ove'schen Säule, zum Glühen gebracht, und die Wirkungen
hienen, ohne genaue Messungen, stärker zu seyn, als bei
r Anwendung von zwei neben einander laufenden, auf die
schriebene Weise isolirten Drähten. Bei einem zweiten Ver-
che diente zur Leitung des elektrischen Stromes der eine
aht der oben beschriebenen Telegraphenlinie, die Zurück-
tung aber geschah durch eine 5 Quadratfuss haltende Zink-
tte, welche in einen Gartenteich gesenkt war, dessen Was-
durch eine Schleuse mit der Fontanka in Verbindung steht,
sich in die Newa ergiesst, also von jener Platte aus durch
Wasser dieser beiden Flüsse und eine in den letzteren
abgelassene gleich grosse Zinkplatte. Die Vergleichung
es neben der Säule von 25 Daniell'schen Elementen einge-
alteten Voltameters und eines zweiten am Ende der ganzen
itung befindlichen ergab nicht mehr, als etwa 3 Procent
lust, und als das Zinkblech aus dem Wasser der Newa
ommen, statt dessen aber die Leitung durch das eiserne
h des unweit dieses Flusses liegenden Winterpalastes, des-
Blitzableiter in den feuchten Boden gesenkt sind, herge-
lt war, ergab sich fast gar kein Verlust. Bei Vorrichtun-
dieser Art scheint also der Leitungswiderstand kein be-
tendes Hinderniss in den Weg zu legen.

Auffallender, wiewohl vielleicht minder zuverlässig, sind die
ultate, welche Matteucci[1] aus seinen ausgedehnten Ver-
hen erhalten hat, indem er sich zum Messen des Stromes
von Nobili construirten und gebrauchten vergleichbaren
vanometers bediente, zur Erregung des Stromes aber eines
sen'schen Kohlenelementes mit Zink ohne Thongefäss, in-
das Metall bloss durch drei auf dasselbe gebundene Holz-
kchen isolirt und statt der Säure Regenwasser angewandt
de. Es standen ihm 7000 toscanische Ellen (= 0,58
er) Kupferdraht zu Gebote, wovon er die erforderlichen
gen über hölzerne Pfähle fortführte, von denen sie indess

1 Compt. rend. T. XVIII. p. 1032.

durch eine Lage Harz isolirt wurden. An jedem Ende der Drähte waren Eisenbleche von 3 Quadratmeter Flächeninhalt angelöthet, zuweilen auch Zinkbleche von geringerer Grösse. Als er zuerst beide Bleche in zwei 28 Ellen von einander ab- stehende Brunnen senkte, zeigte die Galvanometernadel auch ohne eingeschaltete Säule eine Abweichung von 4°, die zw abnahm, aber nie ganz verschwand, und nach der einen oder der andern Seite gerichtet war, je nachdem die eine oder die andere Platte zuerst eingesenkt wurde. Bei den folgenden Versuchen wurde der Strom der Säule durch 360 Ellen Dr und die Erde zwischen zwei Brunnen von gleichem Abstand ferner mittelst zweier 4885 Ellen von einander entfernter Brun- nen geleitet, ohne dass die Erde irgend einen Widerstand leistete, ja der Widerstand des Drahtes wurde noch du Einschaltung der langen Strecke der Erde vermindert, w nur insofern möglich seyn kann, als die Stärke des Str durch die beiden Platten in den Brunnen vergrössert wer konnte. Wurde die eine Scheibe aus dem Brunnen gez so ging die Nadel sogleich auf 0 zurück, zeigte aber e Abweichung, wenn man sie auf den Boden legte, und zwar e stärkere, wenn der Boden feucht war. Ein gleiches Re nämlich gänzlicher Mangel des Leitungswiderstandes, ze sich, als eine der Scheiben in einen Brunnen, die andere Meer, oder als beide ins Meer gesenkt wurden; auch ze sich kein merklicher Unterschied, als die Versuche zuerst einer niedrig gelegenen, nachher in einer höheren Gegend einer Anhöhe angestellt wurden. Noch auffallender sind die R tate der Versuche, die bei Gelegenheit der Naturforscher sammlung zu Mailand angestellt wurden[1]. Als die Le zuerst aus 12500 Meter Draht, dann aus 12500 Meter D und ebensoviel Erde, dann aber aus 25000 Meter E bestand, zeigte sich die Intensität der nämlichen S = 30:27:17.

Früher, als diese wichtigen Resultate bekannt waren, VORSSELMAN DE HEER[2] der durch WHEATSTONE gewählten tung durch drei Drähte den Vorzug, auch scheint ih geübte Beobachter die Gaussische Methode des Telegraph

1 Compt. rend. T. XIX. p. 845.
2 Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 513.

zum praktischen Gebrauche aber die Wheatstone'sche die geeignetste, was übrigens GAUSS selbst bereits gegen Baron SCHILLING anerkannt hat, ungeachtet das von ihm angegebene Verfahren unter der genannten Bedingung nichts zu wünschen übrig lässt, wie jeder eingestehn muss, der sich durch den Augenschein von der Leichtigkeit und Sicherheit desselben überzeugt hat. VORSSELMAN bemerkt zugleich, dass die Hauptaufgabe, nämlich das Telegraphiren auf Strecken bis zu 100 franz. Meilen und darüber, noch immer nicht gelöst sey, indem die längste, durch MORSE ausgeführte Linie noch nicht über vier Lieues betrage. Welche die längste Strecke unter den neuerdings in Belgien und in England ausgeführten Telegraphenlinien sey, ist mir unbekannt, als sicher kann aber angenommen werden, dass die Nebenleitung, die durch das Einschliessen beider isolirter Drähte in eiserne Röhren noch vermehrt wird, als ein Haupthinderniss gelten müsse und daher die Mittel einer vollständigen Isolirung der unter der Erdoberfläche hinlaufenden Drähte aufzufinden als die wichtigste Aufgabe erscheine. In dieser Beziehung sind die eben erwähnten Versuche JACOBI's sehr zu beachten, denn nach diesen würde das von VORSSELMAN aufgestellte Problem einer Telegraphenlinie von Paris bis Havre, im Bogen nahe 1° 40' oder, den Grad zu 15 geogr. Meilen gerechnet, 25 Meilen in gerader Richtung betragend, dadurch ausnehmend erleichtert werden, dass die Erde den rückgehenden Strom leiten könnte. Weil dieser berühmte Physiker durch eigens angestellte Versuche gefunden hatte, dass die physiologischen Wirkungen, namentlich des magnetoelektrischen Stromes, viel weiter, als die elektromagnetischen, sich fortleiten lassen, so construirte er einen Telegraphen mit 10 Leitungsdrähten, 5 hin- und ebensoviel zurückgehenden, deren jeder auf beiden Stationen mit einer in Quecksilber eintauchenden Taste verbunden war. Der Telegraphirende drückt dann die erforderlichen Tasten nieder und der Beobachter empfindet in den auf die Tasten gelegten Fingern Erschütterung, deren Combinationen den Buchstaben und Zahlen zugehören. Diese Idee, deren Ausführung im Detail zu beschreiben mir überflüssig scheint, ist sehr sinnreich, indess die Vorrichtung ungleich complicirter und kostbarer, als die Wheatstone'sche, und hat daher, so viel mir bekannt, bisher noch keine weitere Anwendung gefunden.

Digitized by Google

Teleskop. IX. 126. sphärische und ebene Spiegel. 126. Abwei-
chung wegen der sphärischen Gestalt. 130. bei einem System von
Spiegeln. 133. Ort und Grösse des Bildes. 137. bei Brennspiegel
138. über Brenngläser. 139. mit Collectivlinse. 142. Verbind
mehrerer Spiegel. 144. Helligkeit der Fernröhre. 145. Gesichtsf
151. Farbenzerstreuung bei Fernröhren. 156. Anwendung auf Spi
gelteleskope. 158. parabolische und elliptische Spiegel. 160. New
TON's Teleskope. 164. GREGORY's. 174. CASSEGRAIN's. 182. 2
HERSCHEL's. 186. RAMAGE's. 188. Prismenteleskop. 188. apla
tische Fernröhre. 190. achromatische mit zwei Linsen. 193. V
gleichung der katoptrischen und dioptrischen Fernröhre. 196. P
fung der Teleskope. 201. Preise. 205. Geschichte der Fern
208. erste Entdeckung. 209. NEWTON's Bemühungen. 21
erstes Instrument. 213. dessen Irrthum über Farbenzerstr
214. richtige Ansicht des LUCAS. 217. EULER's Argumente. 2
KLINGENSTIERNA's abermalige Prüfung. 220. DOLLOND's Vers
221. HALL's frühere glückliche Versuche. 221. NEWTON's Pr
222. HOOKE's Bemühungen. 224. HADLEY's. 225. SHORT's
und Anderer bis HERSCHEL. 227. SCHRÖTER und SCHRADER. 2

Zus. Eine sehr ausführliche gelehrte Revision der
schen Gesetze, die bei der Construction der Fernröhre i
trachtung kommen, ist durch SCHLEIERMACHER [1] begonn
der aber durch den Tod des Verfassers unterbrochen wu

Teller der Luftpumpen. VI. 527.
Tellur. IX. 231. Tellursäure und tellurige Säure und deren I
merie. 1969.
Tempel des Jupiter Serapis. VI. 1606. IX. 2290.
Temperatur. IX. 232. des Erdkerns. III. 971. nach Mess
in Schachten. 973. neuere Messungen CORDIER's. IX. 234. und
derer. 238. in Bohrlöchern. 240. Gleichung für dieselbe. 24
älteste Beobachtungen. 246. Hypothesen über die Ursachen de
wärme. 257. POISSON's Zweifel gegen die gangbare Hyp
258. FOURIER's Hypothese. 262. Einfluss der Erhebungen
Erde. 263. 358. Resultate der Beobachtungen. 265. Temp
der Erdkruste. III. 986. IX. 268. des Meeres und der Seen
der Quellen. 271. III. 989. Vergl. **Quelle.** VII. 1078 ff. F
zur Reduction der Messungen. IX. 271. Temperatur der obere
kruste. 279. mittelst eingesenkter Thermometer. 280. III. 991
jährlichen Variationen verändern sich mit der Tiefe. IX. 283.
BERG's Versuche. 285. QUETELET's. 286. ARAGO's. 294. Mer
296. BISCHOF's. 324. Bodentemperatur nach der Theorie. II
ungleiche der beiden Halbkugeln. 996. unter den Tropen. IX
in Sibirien und Nordamerica. III. 999. IX. 332. 333. X. 2094

---

1 Analytische Optik. Darmst. 1842. 8. Th. I.

sachen dieser Ungleichheit. III. 1002. Allgemeine Bestimmungen der Bodentemperatur und Isogeothermen. IX. 335. mit Rücksicht auf zwei Kältepole. 336. Temperatur der Atmosphäre. III. 1007 ff. IX. 342. Höhe des Beobachtungsthermometers über der Erdoberfläche. 345. X. 195. Höhe über dem Meeresspiegel. IX. 349. Schneegrenze. 352. Einfluss der Höhe auf die Vegetation. 354. mittlere tägliche Temperatur. 359. 393. tägliche Schwankungen. 360. Kälte bei Auf- und Untergang der Sonne. 365. geeignete Beobachtungsstunden. 357. Tabelle der täglichen Temperaturvariationen. 372. Zeit der täglichen Maxima und Minima. 381. auf dem Meere und unter hohen Breiten. 388. Einfluss der Jahrszeiten hierauf. 391. nähere Bestimmung der täglichen mittleren Temperatur. 393. geeignete Beobachtungsstunden. 400. mittlere monatliche Temperatur. 412. Tabellen der monatlichen Oscillationen. 414. monatliche Mitteltemperatur. 419. jährliche mittlere Temperatur. 422. Schwankungen derselben. 422. Kälte der südlichen Halbkugel. 430. Eismassen unter niedern Breiten. 433. Jahrszeiten. 435. Grösse der jährlichen Unterschiede. 437. Klimate. 440. Isotheren und Isochimenen. 441. 449. Tabellen der jährlichen Schwankungen. 442. ungleiche Sommerhitze und Winterkälte an den nämlichen und an verschiedenen Orten. 450. befolgt kein regelmässiges Gesetz. 454. absolute Maxima und Minima. 458. auf dem Meere, den Inseln und unter niedern Breiten. 460. auf Neuholland. 461. in Africa. 466. in Europa. 475. in Mittelasien. 481. in Nordamerica. 485. Bestimmung der jährlichen mittleren Temperatur. 492. analytischer Ausdruck für dieselbe. 495. Abweichungen von der regelmässigen jährlichen Wärmecurve. 499. Isothermen. 500. Temperatur unter dem Aequator. 500. 505. Wärmeabnahme unter zunehmenden Breiten. 502. Temperatur des Nordpols und Kältepole. 506. isothermale Pole und deren Zusammenfallen mit den magnetischen Polen. 511. Tabelle der grössten, kleinsten und mittleren Wärme. 515. Ursachen der ungleichen Temperatur. 537. die Sonnenstrahlen nach Messungen mit dem Heliothermometer. 538. ungleiche Bodenwärme. 542. bedingt den tellurischen Thermo-Elektro-Magnetismus. 547. Strömungen des Meeres. 551. Luftströmungen und Winde. 553. thermometrische Windrose. 559. Formel zur Auffindung der den Winden zugehörigen Temperatur und hiernach berechnete Tabellen. 561. meteorologischer Meridian. 566. Hydrometeore und Feuchtigkeit des Bodens. 569. Veränderung der Temperatur an denselben Orten in langen Perioden. 572. IV. 1332. Petrefacten zeigen Verminderung der Temperatur der äussern Erdkruste. IX. 374. Ursachen des allmäligen Wärmeverlustes. 578. Wärme der Quellen. 579. Schmelzen des Gletschereises. 580. Erwärmung des Wassers der Seen und Meere. 582. Vulcane. 587. Gasexhalationen. 589. Versuche über Abkühlung des Basalts. 591. und daraus berechnete Abkühlungszeit der Erde. 592. Theorie über die Temperatur der Erde. 595. Fourier's. 596. die Sonnenstrahlen sind die erste Quelle der Erdwärme. 599. die zweite ist Wärme

Digitized by Google

des Weltraumes. 602. die dritte das Centralfeuer. 606. Poisson's Theorie. 608. Arago's. 610. ursprünglicher Zustand des Feuerig-Flüssig-Seyns. 611. allmälige Abkühlung nach Buffon. 613. Rotationsänderung der Erde durch Abkühlung. 615. Perioden der weiteren Abnahme der Temperatur. 618. Versteinerungen beweisen eine frühere höhere Temperatur. 622. danach sind drei Perioden der Abkühlung anzunehmen. 628. Unveränderlichkeit der Temperatur seit der geschichtlichen Zeit. 632. Extreme der Temperaturen an der Erdoberfläche. 644. Wärme der Thiere in hoher Kälte. 64 Tabelle der höchsten Temperaturen. 650. Temperatur über und in dem Meere. 651. VI. 1656. 1684. Tabelle der Temperatur an der Meeresoberfläche unter der Linie. IX. 652. Extreme der beobachteten Temperaturen. 653. Temperatur des Nordpols. 654. Einfluss der grossen Axe der Erdbahn auf die Temperatur. 656. ungleicher Abstand der Erde von der Sonne. 657. Einfluss der Excentricität der Erdbahn auf die Temperatur der Erde. 660.

Zus. Beobachtungen über die mit der Tiefe zunehmende Wärme der Erdkruste werden beim Bohren artesischer Brunnen noch fortdauernd gemacht. Zu den wichtigsten gehören folgende. Aus den Messungen im Bohrloche zu Grenelle in Paris bis 1436,1 Fuss tief; zu Neusalzwerk bei Minden bis 1434,8 F.; zu Nowe-Brzesko in Polen bis 1403,8 F. zu Cessingen bei Luxemburg bis 1646,5 F. herabgehend, deren Resultate ziemlich genau unter sich übereinstimmen, folgert Forbes[1] eine Wärmezunahme von 1° C. für 13 Meter Zunahme der Tiefe. Die grösste, ohne Zweifel durch örtliche Ursachen bedingte Wärmezunahme hat Graf Fr. v. Mandelsloh in einem bis 1186 würtemb. oder 1039,75 par. Fuss herabgehenden Bohrloche zu Neuffen unter 48° 33′ n. B., 7° 2 Länge von Paris und 1295 par. F. Meereshöhe mittelst eines Geothermometers nach Magnus gemessen. Hiernach kommt auf 1° C. Wärmezunahme nur 30,49 par. Fuss. Dieses giebt einen abermaligen Beweis für die ungleiche Wärme der Erdkruste, aus welcher ich die Kältepole und die mit ihnen zusammenfallenden Magnetpole abgeleitet habe. Die (Bd. IX 332) erwähnten Bohrversuche zu Jakutzk durch den Kaufmann Tscherguine sind seitdem noch weiter fortgesetzt worden. Man fand in 77 F. Tiefe — 5°,5 R.; in 119 F. — 4°; in 382 F. —

---

1 Supplementary Report in Report of the Brit. Assoc. for 1840.

2 Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. von v. Leonhard und Bronn. 1844. Hft. 4. S. 440.

Wärme, und es zeigt sich daher auch dort eine beträchtliche Wärmezunahme mit der Tiefe. Die genauesten Nachrichten über diesen merkwürdigen Schacht hat v. MIDDENDORFF[1] der Petersburger Akademie mitgetheilt. Dieser liess bei seiner Anwesenheit zu Jakutsk im Frühling 1844 eilf horizontale, 7 Fuss tiefe Seitenöffnungen in das eine Seiteneck des Schachtes mittelst der Anwendung der Meissel treiben, da das Bohren im gefrornen Boden unmöglich war, schob in jede Oeffnung ein Bret mit einem Thermometer am Ende und einem am Anfange des Bretes, verstopfte die Oeffnungen mit Filz und bedeckte den ganzen Schacht genau, um den Einfluss der äusseren Temperatur abzuschneiden. Am 24sten März und 1sten April alten Styls wurden die Thermometerhalter herausgezogen und die Thermometer abgelesen, wobei man folgende nur wenig von einander verschiedene Temperaturen erhielt:

Tiefe, engl. Fuss.	Temp. R.	Tiefe, engl. Fuss.	Temp. R.
382 — —	— 2°,4	100 — —	— 5,45
350 — —	— 2,6	50 — —	— 6,40
300 — —	— 3,2	20 — —	— 8,80
250 — —	— 3,5	15 — —	— 10,00
200 — —	— 4,0	7 — —	— 14,45
150 — —	— 4,6		

Die Thermometer werden auch künftig von dem Sohne des seitdem verstorbenen Kaufmanns TSCHERGUINE in geeigneten Intervallen beobachtet werden. Interessante Resultate gaben die Beobachtungen eines Thermometers, welches MIDDENDORFF in einen nur 7 Fuss tiefen, etliche Faden von dem grossen Schachte entfernten kleinen Schacht herabsenkte. Nachdem es einige Tage in demselben gestanden hatte, wobei die Oeffnung des Schachtes durch Verstopfen gegen das Eindringen der äusseren Luft geschützt war, wurde es vom 10ten März bis 1sten April fast täglich beobachtet und zeigte ein regelmässiges Steigen von — 16°,6 bis — 13°,7 R. mit einer einzigen, nicht erklärten, vielleicht durch unrichtige Beobachtung erzeugten Ausnahme, indem am 23sten März — 9°,6 abgelesen wurde, ungeachtet es am 22sten noch — 15°,1 und

1 Poggendorff Ann. Bd. LXII. S. 404.

Digitized by Google

am 23sten wieder — 14°,7 zeigte. Die äussere Temperat
war am 10ten März = — 11°,5 und stieg unregelmässig bi
— 6° am 1sten April, indem sie während dieser Zeit bis —
am 16ten März stieg und bis — 19°,2 am 23sten herabgin
Erman[1] leitet die hohe Kälte des Erdbodens jener Gegen
aus einem stärkeren Strahlungsvermögen ab, doch liesse si
wohl jede andere Hypothese leichter nachweisen, als d
Grund auffinden, warum gerade dort eine so ungeheure Str
lung sich bis in solche Tiefe der Erde erstrecken soll
Nach den Untersuchungen, welche die Akademie zu Peter
burg[2] über jene merkwürdige Gegend angestellt hat, fehl
Brunnen überall am Aldan, ebenso zu Olekminsk und W
timsk an den Ufern der Lena; man findet sie aber wieder
Kirensk und etwa 100 Werst weiter, also ungefähr unter 5
n. B. Hiernach und nach einigen Aussagen der Reisend
erstreckt sich der stets gefrorne Boden wahrscheinlich oh
Unterbrechung bis zum Jablonnoi Chrebet.

Von den Resultaten der noch fortdauernden Beobachtung
eingesenkter Thermometer erwähne ich nur folgende kurz z
sammengestellte. Forbes[3] beobachtete folgende Veränderung
an seinen in ungleiche Tiefen eingesenkten Thermometern

Tiefe	in Trapp	in Sand	in Kies
3 Fuss par.	10°,53 C.	11°,23 C.	9°,58 C.
6 — —	6,61 —	8,30 —	7,72 —
12 — —	3,05 —	4,19 —	5,22 —
24 — —	0,80 —	1,16 —	2,28 —

Die Epochen der Maxima waren:

Tiefe	in Trapp	in Sand	in Kies
3 Fuss par.	6. Aug.	31. Juli	5. Aug.
6 — —	2. Sept.	24. Aug.	19. Aug.
12 — —	17. Oct.	7. Oct.	11. Sept.
24 — —	8. Jan.	30. Dec.	11. Nov.

Die mittleren Temperaturen waren für die vier im Sande ei
gesenkten Thermometer 8°,069; 8°,151; 8°,289; 8°,480, w

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LXIX. p. 32.
2 Recueil des Actes etc. de St. Petersb. 1843. p. 75.
3 L'Institut. 7me Ann. N. 266. p. 35.

eine Zunahme von 0⁰,411 C. für 21 Fuss Tiefe hervorgeht, oder nahe 51 Fuss für 1⁰ C. Derselbe[1] entnimmt aus dreijährigen Messungen, dass in Trapptuff 55 Fuss, im Sande 66 Fuss und im Sandsteine 96 Fuss zu 0⁰,01 jährlicher Variation gehören[2].

Im Ganzen scheint die Kälte stärker und der Boden tiefer gefroren zu seyn in Sibirien, als in Nordamerica. Beresow unter 63⁰ 55′ 59″ n. B., 62⁰ 43′ 36″ ö. L. v. G. darf wohl als die westliche Grenze des stets gefrornen Erdbodens gelten, wenigstens führen hierauf folgende Thatsachen. In der Gegend des Baikal-Sees unter 52⁰ n. B. und 106⁰ ö. L. v. G. thaut der Boden nie ganz auf. Im District Nertschinsk unter 52⁰ n. B. thaut der Boden je nach der Einwirkung der Sonnenstrahlen 1 bis 9 Fuss auf, tiefer herab bis 42 Fuss fand man ihn gefroren. Capitain Frehse grub im gefrornen Boden 6 Fuss tief und stiess dann auf eine 2,5 Fuss dicke Eismasse, worin sich Blöcke verschiedener Eismassen befanden. In den Brunnen dagegen, welche Richardson in Nordamerica graben liess, zwischen 49⁰ n. B. bis 51⁰ 26′ n. B. fand er den Boden nicht gefroren, wohl aber bis zu verschiedenen Tiefen, wenn er höher hinauf kam. Zu Fort Simpson, welches ungefähr unter gleicher Breite als Jakutzk (62⁰ 1′ 50″ n. B.) liegt, soll die Bodenwärme — 3⁰,1 R. seyn. Es wurde daselbst am Mackenzie-Flusse unter 62⁰ 11′ n. B. im October 1837 gegraben. Der gefrorne Boden kam in 10 F. 7 Z. Tiefe zum Vorschein und hatte 6 F. 3 Z. Mächtigkeit. Dagegen fand Erman zu Jakutzk die Bodenwärme — 6⁰ R. und beim Graben die Wärme mit 65 F. um 1⁰ R. zunehmend. Zu York-Factory aber, unter 57⁰ n. B., war im October 1835 der Boden 3 F. tief aufgethaut, und von da an kam man auf eine 17,5 Fuss tiefe gefrorne Schicht[3].

Neuere Erfahrungen bestätigen, dass ebensowohl auf der

---

1 Supplement. Report. etc. Lond. 1841. L'Instit. 1841. p. 450.

2 Von den interessanten durch Caldecott angestellten Beobachtungen der zu Trevandrum auf der Küste Malabar bis 12, 6 und 3 Fuss Tiefe in die Erde gesenkten Thermometer giebt Quetelet in den Bulletins der Brüsseler Akademie von T. X. an Nachricht.

3 Edinb. New philos. Journ. 1841. Jan.

Digitized by Google

nördlichen, als auch auf der südlichen Halbkugel grosse Ma-
sen Polareis nicht ganz selten bis zu bedeutend niederen Br-
ten herabkommen. Nach öffentlichen Blättern zeigten sich a-
18ten April 1841 unter 43° n. B. und 48° 30′ w. L. v. G. [illegible]
42° 21′ und 50° w. L. Eisberge in grosser Zahl, deren ein-
150 bis 200 F. hoch aus dem Wasser hervorragten und [illegible]
unter zusammenhängende Ketten bildeten. Das Dampfbo-
Great-Western begegnete ihnen auf seiner Fahrt von Bris-
nach New-York, und der Dampfer President, welcher von let-
terer Stadt nach England zurückkehrte, fand ohne Zweif-
diesen Eismassen seinen Untergang, wenigstens ist er [illegible]
seinem Abgange verschwunden, ohne dass man irgend eine [illegible]
tere Kunde von ihm erhielt. Mehrere Beispiele eigener W-
nehmung erzählt COUTHOUY[1]. Auf der südlichen Halbk-
wurde im November 1825 der Mündung des Plata gege-
unter 35° s. B., 49° w. L. v. G. eine grosse Eismasse [illegible]
hen, auf der nördlichen aber sah er am 28. Mai 1828 [illegible]
42° 10′ n. B., 44° 50′ w. L. v. G. und in demselben [illegible]
im September unter 43° 18′ n. B., 48° 30′ w. L.; fer-
August 1827 unter 46° 30′ n. B., 39° w. L. und am 2[illegible]
1829 unter 36° 19′ n. B., 39° w. L.; endlich am 17. [illegible]
1831 unter 36° 20′ n. B., 67° 45′ w. L. grosse Eisma-
die beiden letzteren im Golphstrome.

Vor allen Dingen ist die Kenntniss der Temperaturen
den verschiedenen Orten der Erde höchst interessant und [illegible]
wegen, wie auch aus sonstigen Rücksichten, von grösster W-
tigkeit. Hierüber ist eine sehr gediegene und höchst voll-
dige Abhandlung von W. MAHLMANN[2] erschienen, welche [illegible]
ausführliche Literatur und eine tabellarische Zusammenste-
der mittleren Temperaturen enthält, die alle bisherigen an V-
ständigkeit weit übertrifft und aus welcher ich daher Fol-
des entnehme. Eine einzige Beobachtungsstunde für die B-
stimmung der mittleren täglichen Temperatur zu wählen [illegible]
unsicher, mehrere als zwei ist auf jeden Fall mühsamer. [illegible]
da die nächtlichen Stunden der Bequemlichkeit wegen [illegible]
ausgeschlossen werden müssen, so verdienen zwei Stunden [illegible]

1 Silliman Amer. Journ.; daraus in L'Institut. 1843. N. 490.

2 Dove Repertorium der Physik. Berl. 1841. Bd. IV. S. 1.

Digitized by Google

unter diesen 9 und 9 den Vorzug. Die aus diesen erhaltenen täglichen Mittel weichen von den aus stündlichen Beobachtungen gegebenen um folgende Grössen in Centesimalgraden ab: zu Boothia Felix = + 0,09; Fort Leith = + 0,183; Apenrade +0,1; Salzuffeln 0,00; Mühlhausen +0,13; Plymouth +0,003; Padua + 0,14; Madras + 0,12. Um zur etwaigen Bequemlichkeit die Vergleichung von zwei Paar anderer homogener Stunden zu geben, wähle ich 8 und 8. Hierfür beträgt die Abweichung zu Boothia Felix + 0,18; Fort Leith + 0,24; Salzuffeln + 0,16; Mühlhausen + 0,38; Plymouth + 0,293; Padua + 0,42; Madras + 0,68. Für die beiden Stunden 10 und 10 beträgt die Abweichung an den genannten 7 Orten — 0,06; + 0,07; — 0,14; — 0,05; — 0,22; — 0,10; — 0,41. Sollten endlich für jemanden die homogenen Stunden 11 und 11 die gelegeneren seyn, so geben diese für die genannten 7 Orte folgende Abweichungen: — 0,08; — 0,06; — 0,24; — 0,32; — 0,42; — 0,28; — 0,62 und für Apenrade — 0,2. Hiernach kann jeder Beobachter leicht zwei für ihn gelegene homogene Stunden wählen und mit einiger Wahrscheinlichkeit die geeignete Reduction anbringen.

Ausser den von Mahlmann benutzten Quellen sind noch die schätzbaren stündlichen Beobachtungen hinzugekommen, die auf dem meteorologischen Observatorium zu München angestellt und von J. Lamont [1] in einzelnen Heften bekannt gemacht werden. Da sie auf grosse Genauigkeit Ansprüche machen können, so entnehme ich aus ihnen einige, das eben Mitgetheilte bestätigende und für Temperaturbeobachtungen wichtige Folgerungen. Aus einer Zusammenstellung bei Tag und bei Nacht angestellter stündlicher Thermometerbeobachtungen in den Jahren 1841, 1842 und 1843 ergaben sich folgende Resultate [2]:

1) Um die mittlere Temperatur eines gegebenen Ortes mit absoluter Schärfe zu bestimmen, sind stündliche Beobachtungen sowohl bei Nacht als auch bei Tage erforderlich.

2) Die Temperaturverhältnisse eines jeden Ortes werden durch örtliche Einflüsse bedingt.

3) Da nur an den wenigsten Orten die Möglichkeit ge-

---

1 Annalen für Meteorologie, Erdmagnetismus und verwandte Gegenstände u. s. w. von Dr. J. Lamont. München 1843.

2 Annalen. Hft. IX. S. 137. 142.

Digitized by Google

geben ist, nicht bloss ein, sondern mehrere Jahre anhaltend stündliche Beobachtungen anzustellen, so ist es von grosser Wichtigkeit, diejenigen Stunden zu kennen, welche vereint die mittlere Temperatur geben, und hierzu sind zwei gleich Stunden, die zwischen den Extremen liegen, am geeignetsten.

4) Die monatlichen Mittel sind in verschiedenen Jahren so sehr von einander abweichend, dass mit Ausnahme niederer Breiten, wo die Temperatur gleichbleibender ist, aus den Beobachtungen während einzelner Monate die jährliche mittlere Temperatur nicht mit Sicherheit entnommen werden kann.

5) Zur Bestimmung der Verbesserungen, welche für Beobachtungen an einzelnen Stunden erforderlich sind, eignen sich die bisher bekannten stündlichen Beobachtungen zu Leith und Padua nicht genügend, weil die ersteren an einer Küste angestellt wurden, die letzteren aber an sich zu mangelhaft sind; als geeigneter können die Münchener für den grössten Theil von Deutschland gelten. Aus der nachfolgenden Tabelle, welche die mittleren Abweichungen vom wahren Mittel der stündlichen Beobachtungen in den Jahren 1841, 1842 und 1843 in Graden der achtzigtheiligen Scale enthält, lassen sich also die für Beobachtungen an einzelnen Stunden erforderlichen Verbesserungen entnehmen, indem man die in der Tabelle enthaltenen Grössen mit entgegengesetzten Zeichen hinzuaddiren muss, um die wahren Mittel zu erhalten, denn die Zahlen der Tabelle enthalten die Abweichungen vom wahren Mittel der monatlichen stündlichen Beobachtungen in Graden nach Reaumur; die Stunden sind vom Mittage an gezählt.

Monat	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
Januar	1°,37	1°,42	1°,15	0°,77	0°,26	0°,16	—0°,06	—0°,[illegible]
Febr.	2,44	2,54	2,14	1,84	1,21	0,66	0,33	0,0[illegible]
März	2,73	2,85	2,84	2,66	2,02	1,03	0,36	0,12
April	3,34	3,33	3,41	3,32	2,86	1,92	0,73	—0,[illegible]
Mai	3,39	3,32	3,27	2,89	2,35	1,61	0,48	—1,0[illegible]
Juni	3,07	2,72	2,93	2,69	2,23	1,54	0,65	—0,1[illegible]
Juli	2,95	2,97	3,01	2,68	2,32	1,50	0,60	—0,3[illegible]
August	3.48	3,50	3,69	3,47	3,11	2,20	0,74	—0,0[illegible]
Sept.	3,49	3,46	3,48	3,20	2,56	0,98	0,36	—0,30
Oct.	2,27	2,36	2,18	1,65	0,76	—0,09	—0,57	—0,9[illegible]
Nov.	1,83	1,77	1,53	0,97	0,26	0,18	—0,14	—0,24
Dec.	1,54	1,57	1,33	0,81	0,52	0,25	—0,07	—0,13

Monat	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h
anuar	-0°,38	-0°,49	-0°,68	-0°,72	-0°,44	-0°,55	-0°,54	-0°,53
ebr.	-0,23	-0,57	-0,76	-0,93	-1,34	-1,38	-1,50	-1,56
ärz	-0,62	-0,98	-1,21	-1,41	-1,83	-1,97	-2,08	-2,22
pril	-0,76	-1,38	-1,90	-2,34	-2,53	-2,64	-2,96	-3,21
ai	-1,06	-1,70	-1,97	-2,53	-3,03	-3,32	-3,52	-3,67
uni	-0,89	-1,62	-1,99	-2,65	-2,68	-3,01	-3,19	-3,82
uli	-1,08	-1,63	-2,06	-2,39	-2,67	-2,86	-3,10	-3,22
ugust	-0,78	-1,62	-2,01	-2,61	-2,96	-3,26	-3,55	-3,73
ept.	-0,92	-1,42	-1,76	-2,13	-2,27	-2,50	-2,71	-2,81
ct.	-1,23	-1,45	-1,59	-1,87	-1,95	-2,04	-2,24	-2,43
ov.	-0,43	-0,54	-0,66	-0,79	-0,74	-0,82	-0,90	-0,96
ec.	-0,24	-0,31	-0,42	-0,51	-0,48	-0,55	-0,66	-0,71

Monat	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Januar	-0°,66	-0°,68	-0°,73	-0°,57	-0°,27	0°,37	0°,89	1°,23
Febr.	-1,71	-1,81	-1,87	-1,45	-0,51	0,70	1,58	1,74
März	-2,27	-2,23	-1,95	-1,03	0,09	1,22	1,82	1,39
April	-3,21	-2,99	-1,79	-0,45	0,66	1,56	2,27	2,75
Mai	-3,23	-2,18	-0,79	-0,54	1,56	2,24	2,79	3,14
Juni	-2,95	-1,69	-0,37	-0,40	1,15	1,88	2,42	2,88
Juli	-2,87	-1,93	-0,79	-0,59	1,33	1,76	2,31	2,89
August	-3,59	-2,99	-1,62	-0,03	1,14	2,08	2,63	3,09
Sept.	-3,04	-3,05	-2,10	-0,61	0,74	1,73	2,55	3,09
Oct.	-2,45	-2,51	-2,31	-1,57	-0,37	0,74	1,38	2,00
Nov.	-0,99	-1,04	-1,11	-0,76	-0,04	0,63	1,26	1,57
Dec.	-0,73	-0,85	-0,92	-0,86	-0,53	0,05	0,34	1,23

Aus dieser schätzbaren Tabelle ergiebt sich, dass die erforderlichen Verbesserungen in den einzelnen Monaten sehr ungleich sind, und ich kann noch hinzusetzen, dass sie auch für einzelne Jahre bedeutende Unterschiede zeigen. Als am grössten ist mir aufgefallen, dass für den Juni 1842 die der 16. Stunde, also 4 Uhr Morgens zugehörige Verbesserung —5°,99, für 1841 aber — 2°,49, also mit einem Unterschiede von 3°,5 beträgt, und Unterschiede von 1°,5 bis fast 2° sind nicht selten; sie werden aber durch Vereinigung der 3 Jahre sehr vermindert, so dass überhaupt die hier mitgetheilte Tabelle ziemlich regelmässig wachsende und abnehmende Werthe darbietet. Meistens hat man ganzjährige Beobachtungen zu redu-

Digitized by Google

ciren, und die folgende Tabelle enthält daher die dann für d[illegible] einzelnen Stunden erforderlichen Verbesserungen:

Stunde	Verb.	Stunde	Verb.	Stunde	Verb.	Stunde	Verb.
1	$2^0,660$	7	$0^0,284$	13	$-1^0,910$	19	$-1^0,36$[illegible]
2	2,650	8	− 0,286	14	− 1,991	20	− 0,47[illegible]
3	2,580	9	− 0,718	15	− 2,245	21	0,41[illegible]
4	2,236	10	− 1,142	16	− 2,406	22	1,2[illegible]
5	1,730	11	− 1,418	17	− 2,245	23	1,5[illegible]
6	0,995	12	− 1,745	18	− 1,996	24	2,25[illegible]

Der blosse Ueberblick zeigt schon eine regelmässige Zu-nahme von + zum — und wieder zurück. Diejenigen einzel-nen Stunden, die dem Mittel am nächsten kommen, sind um 7 Uhr Nachmittags und um 21 Uhr oder 9 Uhr Morgens; doch kommt 7 Uhr Nachmittags noch näher, wenn man eine einzige Stunde wählen wollte. Es lassen sich mehrere Stunden com-biniren, um eine grössere Annäherung zu erhalten, am einfach-sten und durch v. HUMBOLDT's Autorität am meisten üblich ist die Combination von zwei gleichnamigen Stunden, und da man die Nachtstunden nicht leicht wählen dürfte, so wird es genü-gen, noch die 6 Combinationen herzusetzen, welche eben so viele Nachtstunden ausschliesen.

Stunden:	5 u. 5;	6 u. 6;	7 u. 7;	8 u. 8;
Verb.:	$-0^0,252$;	$-0^0,500$;	$-0^0,539$;	$-0^0,379$;
Stunden:	9 u. 9;	10 u. 10.		
Verb.:	$-0^0,151$;	$-0^0,052$.		

Hiernach würden sich die Stunden 10 Uhr Abends und 10 Uhr Morgens am besten eignen, denn die Abweichung von der wah-ren mittleren Temperatur beträgt nur $0^0,052$.

Die stündlichen Beobachtungen sind geeignet, die mitt-lere Lufttemperatur mit einer vorzüglichen, für nur wenige Orte vorhandenen Genauigkeit zu geben und zugleich die Un-terschiede der einzelnen Jahre augenfällig zu machen. Es ist hiernach die mittlere Temperatur für München in den drei hier zusammengestellten Jahren

im Jahre 1841 = $6^0,689$ R.
— — 1842 = 6,313 —
— — 1843 = 6,240 —

Das Mittel aus allen drei Jahren beträgt $6^0,414$, dem das Jahr

1842 am nächsten kommt, oder in Graden der Centesimalscale 8°,02.

Es ist für das Studium der Meteorologie und auch sonst on hohem Interesse, die mittleren Temperaturen der Orte zu ennen, und diese sind daher zu grösserer Bequemlichkeit des uffindens im Werke (Bd. IX. S. 515) in einer Tabelle alphaetisch zusammengestellt worden. Unterdess sind mir mehrere eue Bestimmungen und einige Verbesserungen der gegebenen ekannt geworden, und ich halte es daher zur Erreichung rösserer Vollständigkeit für angemessen, diese hier nachzutraen. Ausserdem ist die durch Mahlmann gegebene Tabelle eit reicher, als die meinige, und es würde daher unrecht seyn, iese treffliche Arbeit hier unbenutzt zu lassen. In derselben fehn die Maxima und Minima der Temperaturen, dagegen entält sie genaue und ausführliche Nachweisungen der Quellen, e ich indess der Kürze halber weglasse. Alle nachfolgende estimmungen, bei welchen diese fehlen, sind daher aus Mahlann's Tabelle entnommen, auf den Meridian von Greenwich ducirt und, wo es anging, nach der Littrow'schen Tabelle corgirt. Folgende, in Mahlmann's Tabelle enthaltene, von den in r meinigen enthaltenen merklich abweichende Bestimmungen will hier vorausschicken: Albany 9,2; Amsterdam 9°,8; Apenrade ,3; Bombay 26,4; New Brunswick 5,4; Baton Rouge 20,0; stle Toward 8,4; Carlisle 8,6; Canea 18,6; Canton 21,9; Chawyan —4,7; Fort Crawford 7,4; Cambridge in New-York 7,7; nandaigua 8,2; Cherry-Valley 6,9; Danzig 7,7; Düsseldorf ; Elberfeld 10,3; Franeker 10,3; Fairfield 6,9; George own 16,6; Haag 10,5; Halle 8,5; Hudson 10,5; Jakutzk 8,1; Johnstown 7,3; Ithaca 9,1; Kopenhagen 8,2; Montpellier ,1; Montreal 6,4; Marietta 11,6; Maranhao 26,8; Nischneilymsk —11,2; Nangasaki 17,3; Odessa 9,1; Petersburg 4,1; ndichery 28,6; Penetanguishene 6,8; Rio de Janeiro 23,1; lem 8,9; Fort Snelling 6,9; Toulon 15,6; Triest 13,2; Tu- 20,3; Ullensvang 7,4; Uleäburg 0,7; Fort Vancouver 11,4; ca 7,4; Union Hall 9,9; Zwanenburg 9,7; Washington 10,8; lliamsburg 14,5; Zürich 8,8. Ausserdem ist zu bemerken, s Bd. IX. S. 522 die für Giwartenfiäll und die Goldküste hörigen Bestimmungen verwechselt worden sind, was sich ess beim ersten Anblick von selbst ergiebt. Endlich ist die mperatur zu Cairo zu 22°,5 sehr richtig angegeben worden, denn

Digitized by Google

Destouches[1] fand sie aus Beobachtungen in den Jahren 18
bis 1839 im Mittel = 22°,45 C.

Die Tabelle im Wörterbuche mit den hier folgenden Na trägen giebt eine sehr vollständige Uebersicht der Temperat verhältnisse auf der ganzen Erde. Hinsichtlich der Genauigk der Angaben hat sich Mahlmann alle erdenkliche Mühe ge ben, sie so weit zu treiben, als die vorhandenen Data erla jedoch ist nicht zu verkennen, dass künftig noch manche B richtigungen hinzukommen werden, wenn die Benutzung läng Zeit fortgesetzter und genauerer Beobachtungen zu Ge steht. Materialien hierzu werden unter andern vorzugsw die Bemühungen Lamont's zu München, Quetelet's zu Br und die stündlichen Beobachtungen liefern, welche unter Aufsicht von Snow Harris[2] in Folge einer Aufforderung brittischen Association zu York angestellt werden und im J 1840 bereits einen Zeitraum von 7 Jahren umfassten. N lich können die Maxima und Minima nur aus mehrjährigen B obachtungen entnommen werden, wenn wir darunter die se vorkommenden Extreme verstehen, die mitunter sehr a sind. So stieg z. B. das Thermometer am 28. Juli 183 V mittags 4 Uhr zu Cumberland[3] unter 38° 58′ n. B. und 7 w. L. auf 42°,22 und zu Palermo am 18. Juli 1841 soga 43°. (Vergl. Bd. X. S. 1915.)

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.
Abuscheher	29° 0′ N.	50°51′ O.	— —	—	— —
Acapulco	16 51 N.	99 49W.	— —	—	— —
Ahmednuggur	19 8 N.	74 51 O.	1800	—	— —
Aix	43 32 N.	5 27 O.	600	—	— —
Alais	44 7 N.	3 5 O.	410	—	— —
Albany	35 0 S.	113 10W.	— —	—	— —
Alderley	53 20 N.	2 20W.	— —	—	— —
Aleppo	36 11 N.	32 25 O.	— —	—	— —
Algier[4]	36 47 N.	3 5W.	— —	—	— —
Almuguer	1 54 N.	76 55W.	6960	—	— —

1 L'Institut. 7me Ann. N. 280. p. 151.

2 Report of the Brit. Assoc. for 1840.

3 Silliman. Amer. Journ. T. LIII. p. 190.

4 Nach vierjähr. Beob. von Aimé von 1838 bis 1841 aus den ximis und Minimis. S. Compt. rend. T. XIV. N. 2. p. 73.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
r Gajah	2°16′ N.	102°12′ O.	— —	—	— —	27°,4
amura	40 50 N.	16 33 O.	700	—	— —	13,9
en	69 54 N.	18 20 O.	— —	28,5	— 27,5	0,0
enberg	50 46 N.	13 46 O.	2320	—	— —	6,4
ibala	30 25 N.	76 45 O.	1000	—	— —	22,7
dover	42 38 N.	71 7 W.	180	—	— —	8,9
drews, St.	56 20 N.	2 48 W.	70	—	— —	9,1
aberg	50 35 N.	13 0 O.	1800	—	— —	7,0
at Garden	56 24 N.	— — —	160	—	— —	8,7
erma Nueva	4 50 N.	76 12 W.	3230	—	— —	23,8
igua	17 8 N.	61 52 W.	— —	—	— —	26,5
ioquia	7 15 N.	75 10 W.	1560	—	— —	25,1
hangelsk [1]	64 32 N.	40 33 O.	— —	29,5	— 32,5	0,7
ot	12 54 N.	79 22 O.	590	—	— —	27,7
s	43 40 N.	4 38 O.	— —	—	— —	14,6
heim	51 59 N.	5 55 O.	60	—	— —	9,3
kan	20 35 N.	9 35 O.	— —	—	— —	27,1
akhan	46 21 N.	47 5 O.	— 40	—	— —	9,4
sburg	48 22 N.	10 54 O.	1520	—	— —	8,0
non	43 57 N.	4 49 O.	60	—	— —	14,6
lad	33 20 N.	44 23 O.	— —	—	— —	23,2
uth	49 57 N.	11 36 O.	1050	—	— —	7,8
l	14 54 N.	12 21 W.	— —	—	— —	27,5
more	39 17 N.	76 38 W.	— —	—	— —	11,6
alore	12 58 N.	77 38 O.	2730	—	— —	23,7
dos	13 5 N.	59 36 W.	— —	—	— —	26,4
lona [2]	41 22 N.	2 11 O.	— —	—	— —	17,03
[3]	47 33 N.	7 36 O.	822	35,13	— 27,00	7,28
Terre	15 59 N.	61 44 W.	— —	—	— —	27,5
ns, St.	55 52 N.	2 23 W.	420	—	— —	7,5
ne	47 22 N.	6 22 O.	820	—	— —	11,2
ow	63 56 N.	65 4 O.	— —	—	— —	-3,0
çon	47 14 N.	6 2 O.	750	—	— —	10,7
ach	48 6 N.	9 48 O.	1640	—	— —	9,2
rg	46 30 N.	14 52 O.	2750	—	— —	7,5
slowsk	59 45 N.	60 3 O.	700	—	— —	-0,6
na	44 30 N.	11 21 O.	250	—	— —	14,3
ngheim	49 2 N.	8 5 O.	650	—	— —	10,1
ia Felix	70 0 N.	91 50 W.	— —	—	— —	-15,7

Aus Beobachtungen von 1813 bis 1831. S. Kupffer in Mém. de tersb. VIme Sér. T. II. p. 215.

Aus 55jähr. Beobachtungen von Jañez. S. L'Institut. 1840. N. 356.

Merian Mittel- und Hauptresultate aus d. meteorol. Beobachtun- Basel. Basel 1838. 4.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.
Braunschweig	52° 16′ N.	10° 31′ O.	300	—	— —
Breda	51 35 N.	4 47 O.	— —	—	— —
Brescia	45 32 N.	10 15 O.	470	—	— —
Brieu, St.	48 31 N.	2 46 W.	300	—	— —
Brocken	51 48 N.	10 37 O.	3500	—	— —
Brzenina	49 49 N.	13 38 O.	1460	—	— —
Brzetnitz	49 34 N.	13 57 O.	1380	—	— —
Budweis	49 38 N.	15 47 O.	1150	—	— —
Buenos Aires	34 36 S.	58 24 W.	— —	—	— —
Buitenzorg	6 50 N.	106 50 O.	690	—	— —
Burlington	44 28 N.	73 15 W.	320	—	— —
Bushey Heath	51 38 N.	0 20 W.	520	—	— —
Cadix	36 32 N.	6 17 W.	— —	—	— —
Camajore	43 35 N.	10 20 O.	— —	—	— —
Canajoharée	42 53 N.	74 34 W.	270	—	— —
Cap Horn	57 30 S.	67 9 W.	— —	—	— —
Caracas	10 31 N.	66 54 W.	2730	—	— —
Carlos, San	41 52 S.	73 53 W.	— —	—	— —
Carlowitz	45 12 N.	20 3 O.	— —	—	— —
Carlscrona	56 10 N.	15 36 O.	— —	—	— —
Carlstadt	59 23 N.	13 30 O.	160	—	— —
Carthago	4 45 N.	76 6 W.	2950	—	— —
Cascina	43 41 N.	10 33 O.	— —	—	— —
Casset	46 36 N.	— — —	— —	—	— —
Catania	37 28 N.	15 6 O.	60	—	— —
Cawnpore	26 29 N.	80 22 O.	430	—	— —
Cenis, Mont	45 14 N.	6 56 O.	6000	—	— —
Cerigo	36 13 N.	23 5 O.	— —	—	— —
Chalons s. M.	48 57 N.	4 22 O.	320	—	— —
Chambery	45 30 N.	5 55 O.	920	—	— —
Chamouni	45 55 N.	6 52 O.	3150	—	— —
Chandernagor	22 51 N.	88 22 O.	— —	—	— —
Charlotte's Sund	41 0 S.	173 50 O.	— —	—	— —
Charlstown	32 47 N.	79 57 W.	— —	—	— —
Chartres	48 27 N.	1 29 O.	480	—	— —
Cheltenham	51 55 N.	2 3 W.	— —	—	— —
Chemnitz	50 50 N.	12 55 O.	930	—	— —
Cherson [1]	46 38 N.	32 38 O.	— —	30,0	— 21,5
Chinon	47 10 N.	0 16 O.	200	—	— —
Chioggia	45 13 N.	12 17 O.	— —	—	— —
Christiansborg	5 24 N.	0 10 O.	— —	—	— —
Clausthal	51 48 N.	10 21 O.	1750	—	— —

1 Aus vierjähr. Beob. S. Kupffer in Mém. de St. Petersb. Sér. T. II. p. 215.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
lermont	45° 47′ N.	3° 5′ O.	1250	—	— —	10°,6
oimbra	40 12 N.	8 25 W.	280	—	— —	16,7
ol de Géant	45 52 N.	6 52 O.	10600	—	— —	-6,0
olinton House	55 55 N.	7 56 O.	370	—	— —	9,8
olumbus, Ft.	40 42 N.	74 29 W.	— —	—	— —	11,6
oncord	43 12 N.	71 29 W.	— —	—	— —	6,9
onstantine	36 22 N.	6 37 O.	1000	—	— —	17,2
onstantinopel [1]	41 0 N.	28 59 O.	— —	33,5	— 7,8	13,7
onstitution, Ft.	43 4 N.	70 49 W.	— —	—	— —	8,8
ordova de Tucuman	31 15 S.	63 5 W.	2350	—	— —	17,1
ork	51 48 N.	8 5 W.	— —	—	— —	10,6
racau	50 4 N.	19 57 W.	610	—	— —	8,3
respano	45 45 N.	11 50 O.	1000	—	— —	11,6
uraçao	12 6 N.	68 56 W.	— —	—	— —	27,5
arjiling	27 0 N.	88 24 O.	6540	—	— —	12,0
ax	43 43 N.	1 4 W.	130	—	— —	13,7
eadwood (St. Helena)	15 55 N.	5 44 W.	— —	—	— —	19,6
eerfield	42 35 N.	72 38 W.	— —	—	— —	6,6
ehra	30 19 N.	78 1 O.	2100	—	— —	21,6
elaware	42 17 N.	74 54 W.	1300	—	— —	7,7
elft	52 1 N.	4 22 O.	— —	—	— —	7,5
elhi	28 36 N.	77 12 O.	750	—	— —	23,0
erby	52 56 N.	1 28 O.	160	—	— —	8,8
eutschbrod	49 37 N.	15 35 O.	1240	—	— —	7,6
ijon	47 19 N.	5 2 O.	700	—	— —	10,5
ominica	19 46 N.	72 18 W.	— —	—	— —	26,6
orpat	58 23 N.	26 44 O.	200	—	— —	5,6
over (Amer.)	43 13 N.	70 54 W.	— —	—	— —	6,8
resden [2]	51 3 N.	13 44 O.	313	—	— —	8,86
ukhun	18 30 N.	74 20 O.	1700	—	— —	25,5
undas, Ft.	11 25 S.	130 5 O.	— —	—	— —	27,0
unfermline	56 5 N.	3 26 W.	— —	—	— —	7,4
ger	50 5 N.	12 22 O.	1320	—	— —	7,1
isenach	50 59 N.	10 20 O.	680	—	— —	7,5
llwangen	48 58 N.	10 8 O.	1380	—	— —	10,8
pping	51 42 N.	0 15 O.	370	—	— —	9,4

1 Nach siebenjährigen Beobachtungen von DELCROS. S. Berghaus n. 1839. Nov. S. 192. MAHLMANN in: Monatsberichte über die Verhdl. der Ges. für Erdkunde in Berlin. 1842. Mai, Juni, Juli. S. 231 bt an 13°, 4.

2 Nach LOHRMANN's Beobachtungen von 1827 bis 1835. S. Bergns Ann. Bd. XVII. S. 531.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
Erasmus Hall	40° 37′ N.	73° 58′ W.	— —	—	— —	10°,8
Esmeralda	3 11 N.	66 3 W.	— —	—	— —	26,5
Etampes	48 26 N.	2 10 O.	250	—	— —	10,6
Exeter	50 43 N.	3 31 W.	— —	—	— —	8,7
Falkland - Inseln	41 41 N.	72 47 W.	— —	—	— —	8,3
Falmouth	50 9 N.	7 5 W.	120	—	— —	10,4
Falun	60 39 N.	15 45 O.	370	—	— —	6,4
Famine, Port	53 38 S.	70 55 W.	— —	—	— —	5,5
Fernandina	30 35 N.	82 35 W.	— —	—	— —	27,2
Fiume	45 20 N.	14 27 O.	— —	—	— —	12,9
Florenz	43 47 N.	11 15 O.	200	—	— —	15,3
Fort Franklin	65 12 N.	122 14 W.	200	—	— —	-8,4
Fort George	46 18 N.	121 0 W.	— —	—	— —	10,1
Fort Royal (Martin)	14 36 N.	61 4 W.	— —	—	— —	27,2
Frauenau	49 0 N.	13 20 O.	— —	—	— —	7,7
Fredericktown	46 3 N.	66 45 W.	— —	—	— —	5,3
Fredonia	42 25 N.	78 44 W.	610	—	— —	9,0
Freetown	8 36 N.	13 10 W.	— —	—	— —	27,2
Freiberg [1]	50 55 N.	13 20 O.	1240	—	— —	7,25
Freiburg	48 0 N.	7 51 O.	860	—	— —	9,5
Freiburg	46 48 N.	7 8 O.	1950	—	— —	[illegible]
Friedrichshafen	47 38 N.	9 28 O.	1280	—	— —	8,5
Futtyghur	27 23 N.	79 31 O.	560	—	— —	25,[illegible]
Genkingen	48 25 N.	9 10 O.	2410	—	— —	6,5
Genua	44 24 N.	8 54 O.	— —	—	— —	15,7
Germantown	40 3 N.	75 17 W.	190	—	— —	11,3
Ghazipur	25 35 N.	85 34 O.	380	—	— —	25,[illegible]
Gibraltar	36 7 N.	5 21 W.	— —	—	— —	18,[illegible]
Giengen	48 37 N.	10 15 O.	1480	—	— —	[illegible]
Gitschin	50 26 N.	15 21 O.	— —	—	— —	[illegible]
Glasgow	55 52 N.	4 16 W.	— —	—	— —	8,[illegible]
Göteborg	57 42 N.	11 58 W.	— —	—	— —	7,7
Goodhaab	64 10 N.	51 59 W.	— —	—	— —	-3,[illegible]
Goodhavn	69 14 N.	53 23 W.	— —	—	— —	-5,[illegible]
Gordon Castle	57 37 N.	3 8 W.	90	—	— —	7,[illegible]
Gorée	14 40 N.	22 5 W.	— —	—	— —	24,[illegible]
Goritza	45 41 N.	16 5 O.	270	—	— —	13,[illegible]
Goruckpore	26 45 N.	83 20 O.	— —	—	— —	[illegible]
Gotha [2]	50 56 N.	10 44 O.	878	32,8	— 11,1	[illegible]

1 Beobachtungen in den Jahren 1829 bis 1835 von Reich. Berghaus Ann. Bd. XVII. S. 532.

2 Beobachtungen von v. Hoff in den Jahren 1829 bis 1836. Berghaus Ann. ebend.

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
aaf Reinet	32° 11′ S.	26° 0′ O.	1100	—	— —	16,8
ätz	47 4 N.	15 27 O.	1110	—	— —	9,1
eifswalde	54 15 N.	13 56 O.	— —	—	— —	8,6
enville	42 25 N.	74 21 W.	— —	—	— —	7,1
ies	47 12 N.	11 8 O.	3650	—	— —	5,4
aham	13 28 N.	144 46 O.	— —	—	— —	27,0
inea-Küste	3 30 N.	1 10 W.	— —	—	— —	26,0
apakyla	66 24 N.	23 47 O.	— —	—	— —	-0,1
arlem	52 23 N.	4 38 O.	— —	—	— —	10,0
lifax	44 39 N.	63 38 W.	— —	—	— —	6,2
milton	42 48 N.	75 32 W.	1060	—	— —	6,9
nover, Neu-	43 40 N.	72 10 W.	— —	—	— —	5,0
twick	42 38 N.	75 12 W.	— —	—	— —	7,6
vana	23 9 N.	82 22 W.	90	—	— —	25,2
delberg [1]	49 24 N.	8 41 O.	348	36,3	—26,3	9,7
lbronn	49 9 N.	9 13 O.	490	—	— —	10,5
ier, St.	49 17 N.	2 7 W.	— —	—	— —	11,7
mannstadt	45 47 N.	24 9 O.	950	—	— —	11,1
mesand	62 38 N.	17 58 O.	— —	—	— —	2,3
-Wycombe	51 38 N.	5 15 O.	— —	—	— —	7,5
nelbe	50 38 N.	15 34 O.	1400	—	— —	6,7
nfurt	48 37 N.	14 20 O.	1710	—	— —	6,6
da (Neu-			1130	—	— —	24,9
ranada)	5 12 N.	74 57 W.	640	—	— —	27,7
oruru	21 19 S.	162 41 W.	— —	—	— —	23,7
entottenland	34 2 S.	18 48 O.	3500	—	— —	13,1
sville	34 36 N.	86 57 W.	— —	—	— —	17,6
rsonville	38 12 N.	85 33 W.	— —	—	— —	15,7
terinenburg	56 50 N.	60 35 O.	770	—	— —	0,5
nau	50 41 N.	10 56 O.	1420	—	— —	7,3
lstadt	48 46 N.	11 25 O.	1180	—	— —	8,4
ness	57 28 N.	8 52 O.	— —	—	— —	8,9
	47 42 N.	10 2 O.	2180	—	— —	8,1
a	38 22 S.	21 42 O.	— —	—	— —	16,2
uy	7 30 S.	75 10 W.	— —	—	— —	24,5
eshaab	60 43 N.	46 1 W.	— —	—	— —	0,9
bunzlau	50 24 N.	14 54 O.	700	—	— —	9,4
y	7 18 N.	80 50 O.	1580	—	— —	22,7
al	10 55 N.	79 44 O.	— —	—	— —	28,7
n	55 48 N.	49 7 O.	180	—	— —	2,2
nandu	27 42 N.	87 40 O.	4350	—	— —	16,9
ark	49 3 N.	20 26 O.	1850	—	— —	7,9
West	24 34 N.	81 53 W.	— —	—	— —	24,8

---

[1] Eigene Beobachtungen nach geeigneter Reduction.

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
Kielce	50° 52′ N.	20° 38′ O.	840	—	— —	7.9
Kinderhook	42 23 N.	73 46 W.	120	—	— —	7.9
King, Fort	29 3 N.	82 10 W.	— —	—	— —	22.3
Kingston	44 8 N.	76 39 W.	— —	—	— —	6.6
Kingstown	12 56 N.	61 50 W.	— —	—	— —	27.1
Kitzbühel	47 27 N.	12 24 O.	2350	—	— —	8.0
Klagenfurt	48 38 N.	14 18 O.	1350	—	— —	8.3
Klausenburg	46 44 N.	23 34 O.	1200	—	— —	10.4
Kobbe	14 11 N.	28 8 O.	1500	—	— —	26.5
Koburg	50 15 N.	10 58 O.	700	—	— —	[illegible]
Königsberg	52 58 N.	14 27 O.	110	—	— —	[illegible]
Königsgrätz	50 13 N.	15 50 O.	700	—	— —	[illegible]
Köthen	50 22 N.	9 50 O.	— —	—	— —	[illegible]
Kotgerh	31 19 N.	77 28 O.	6220	—	— —	[illegible]
Kremsmünster	48 3 N.	14 8 O.	1100	—	— —	[illegible]
Kronstadt	45 37 N.	25 34 O.	1350	—	— —	[illegible]
Kruman	48 49 N.	14 19 O.	1550	—	— —	[illegible]
Kuttenplan	49 54 N.	12 45 O.	1560	—	— —	[illegible]
La Chapelle	49 56 N.	1 5 O.	— —	—	— —	[illegible]
Laguna	28 37 N.	16 15 W.	1700	—	— —	[illegible]
Laibach	46 3 N.	14 31 O.	1270	—	— —	[illegible]
La Meza	4 27 N.	74 34 W.	3960	—	— —	[illegible]
Landskron	49 55 N.	16 37 O.	1020	—	— —	[illegible]
Landur	30 27 N.	78 4 O.	6570	—	— —	[illegible]
Laon	49 34 N.	3 38 O.	500	—	— —	[illegible]
La Plata	2 30 N.	75 52 W.	3230	—	— —	[illegible]
Las Palmas	28 20 N.	15 30 W.	— —	—	— —	[illegible]
Lausanne	46 31 N.	6 38 O.	1550	—	— —	[illegible]
Lead Hills	55 25 N.	3 47 W.	1200	—	— —	[illegible]
Lecce	40 21 N.	18 10 O.	140	—	— —	[illegible]
Leeuwarden	53 12 N.	5 47 O.	300	—	— —	[illegible]
Leiden	52 9 N.	4 29 O.	— —	—	— —	[illegible]
Leith	55 59 N.	3 11 W.	— —	—	— —	[illegible]
Leitmeritz	50 22 N.	14 8 O.	360	—	— —	[illegible]
Lemberg	49 52 N.	24 3 O.	960	—	— —	[illegible]
Lewiston	43 9 N.	79 10 W.	270	—	— —	[illegible]
Lima	12 3 S.	77 7 W.	530	—	— —	[illegible]
Linz	48 18 N.	14 17 O.	670	—	— —	[illegible]
Liverpool	53 25 N.	2 58 W.	— —	—	— —	[illegible]
Livorno	43 33 N.	10 18 O.	— —	—	— —	[illegible]
Llactacunga	0 55 S.	77 8 W.	8850	—	— —	[illegible]
Löwen	50 53 N.	4 42 O.	— —	—	— —	[illegible]
Lohoogat	29 23 N.	82 16 O.	5230	—	— —	[illegible]
Londonderry	55 0 N.	7 15 W.	— —	—	— —	[illegible]
Lucca	43 51 N.	10 31 O.	— —	—	— —	[illegible]
Luçon	46 27 N.	1 10 W.	— —	—	— —	[illegible]

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
dwigsburg	48° 54′ N.	9°11′O.	950	—	— —	10°,1
ttich	50 39 N.	5 31 O.	— —	—	— —	11,1
nd	55 42 N.	13 12 O.	50	—	— —	7,3
me-Cobb	50 43 N.	2 16W.	90	—	— —	10,4
ndon	52 32 N.	0 3W.	510	—	— —	8,9
on	45 46 N.	4 50 O.	480	—	— —	13,2
ckinac, Ft.	45 51 N.	85 5W.	570	—	— —	4,3
son	46 18 N.	4 50 O.	490	—	— —	10,7
dra	38 56 N.	9 20W.	700	—	— —	13,9
dé	11 42 N.	74 33 O.	120	—	— —	26,1
ta	35 54 N.	14 31 O.	— —	—	— —	17,2
nilla	14 35 N.	120 59 O.	— —	—	— —	26,5
ntua	45 10 N.	10 48 O.	— —	—	— —	12,4
acaibo	10 43 N.	71 52W.	— —	—	— —	29,0
ranhão, St. Luiz de	2 31 S.	44 16W.	— —	—	— —	26,8
burg[1]	50 49 N.	8 46 O.	714	—	— —	8,81
ienbad	49 59 N.	12 44 O.	1850	—	— —	7,0
chlins	46 55 N.	9 56 O.	1700	—	— —	11,1
nzas	23 2 N.	81 39W.	110	—	— —	25,5
ra, St.	38 48 N.	20 40 O.	— —	—	— —	19,3
enne	48 18 N.	0 37W.	300	—	— —	10,9
hein	51 2 N.	4 29 O.	— —	—	— —	12,7
ellin	6 15 N.	75 50W.	— —	—	— —	20,5
ningen	50 35 N.	10 25 O.	900	—	— —	8,0
sen	51 10 N.	13 28 O.	350	—	— —	8,8
cara	12 26 N.	75 50 O.	4200	—	— —	20,8
sina	38 11 N.	15 35 O.	— —	—	— —	18,3
z	49 7 N.	6 11 O.	— —	—	— —	12,7
ico	19 26 N.	99 5W.	6990	—	— —	16,3
w	22 40 N.	75 50 O.	1900	—	— —	23,3
delburg	44 1 N.	73 12W.	— —	—	— —	6,4
dletown	40 24 N.	74 13W.	— —	—	— —	12,1
den	52 18 N.	55 O.	200	—	— —	9,2
orca	40 0 N.	1 55 O.	— —	—	— —	14,4
au	56 39 N.	23 44 O.	120	—	— —	6,3
tauban	44 1 N.	1 21 O.	550	—	— —	13,1
t Louis	42 30 N.	2 0W.	4900	—	— —	6,5
ro, El	2 30 S.	80 20W.	— —	—	— —	26,9
kau[2]	55 45 N.	37 34 O.	360	30,0	—38,75	4,2
afferpur	26 7 N.	85 24 O.	— —	—	— —	23,1

1 Beobachtungen von Gerling in den Jahren 1817 bis 1828. S. haus Ann. Bd. XVII. S. 532.

2 Nach Kupffer in Mém. de St. Petersb. VIme Sér. T. II. p. 215.

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med
Mühlhausen	47° 49′ N.	7° 16′ O.	730	—	— —	[illegible]
Mühlhausen [1]	51 13 N.	10 29 O.	700	—	— —	[illegible]
München	48 9 N.	11 37 O.	1626	35,0	— 26,25	[illegible]
Münster	51 58 N.	7 38 O.	190	—	— —	[illegible]
Mussuree	30 27 N.	78 2 O.	5890	—	— —	[illegible]
Nagold	48 33 N.	8 44 O.	1250	—	— —	[illegible]
Nagpúr	21 9 N.	79 11 O.	— —	—	— —	[illegible]
Nancy	48 42 N.	6 11 O.	800	—	— —	[illegible]
Nashville	36 10 N.	86 49 W.	— —	—	— —	[illegible]
Nasirabad	26 18 N.	74 45 O.	1400	—	— —	[illegible]
Neapel	40 51 N.	14 15 O.	460	—	— —	[illegible]
Neder - Calix	65 51 N.	— — —	— —	—	— —	[illegible]
Neiva	3 10 N.	75 25 W.	1600	—	— —	[illegible]
Neufchatel	46 59 N.	6 55 O.	1350	—	— —	[illegible]
Neubistritz	49 2 N.	15 7 O.	1910	—	— —	[illegible]
Neustrelitz	53 22 N.	13 3 O.	270	—	— —	[illegible]
New Harmony	38 11 N.	87 54 W.	320	—	— —	[illegible]
New Haven	41 18 N.	72 58 W.	— —	—	— —	[illegible]
New Malten	54 8 N.	0 47 W.	85	—	— —	[illegible]
New Orleans	29 58 N.	90 7 W.	— —	—	— —	[illegible]
Niagara, Fort	43 15 N.	79 5 W.	230	—	— —	[illegible]
Nicolosi	37 35 N.	15 6 O.	2175	—	— —	[illegible]
Niederaltaich	48 45 N.	13 0 O.	— —	—	— —	[illegible]
Nipal	27 40 N.	87 40 O.	4300	—	— —	[illegible]
Nishnei Taguilsk [2]	57 55 N.	60 0 O.	600	38,13	— 36,22	[illegible]
Nismes	43 51 N.	4 21 O.	100	—	— —	[illegible]
Norfolk	36 51 N.	76 19 W.	— —	—	— —	[illegible]
Ober-Urbach	48 48 N.	9 23 O.	860	—	— —	[illegible]
Ober-Villach	46 55 N.	13 11 O.	1700	—	— —	[illegible]
Oberwiesenthal	50 25 N.	12 58 O.	2780	—	— —	[illegible]
Oestersund	63 11 N.	14 42 O.	950	—	— —	[illegible]
Okak [3]	57 30 N.	61 20 W.	— —	27,50	— 33,50	[illegible]
Oleron	43 11 N.	0 36 W.	650	—	— —	[illegible]
Olmütz	49 36 N.	17 15 O.	650	—	— —	[illegible]
Omenak	70 41 N.	51 59 W.	— —	—	— —	[illegible]
Ootacamund	11 25 N.	72 10 W.	6900	—	— —	[illegible]
Orotava	28 25 N.	16 25 W.	960	—	— —	[illegible]
Otaheiti	17 29 N.	149 29 W.	— —	—	— —	[illegible]

1 Beobacht. von GRÄGER in Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. [illegible]

2 Aus Beobachtungen in den Jahren 1841 und 1844, veranlasst [illegible] den Grafen DEMIDOW.

3 Nach Beobachtungen von HENN in Berghaus Ann. 1839. [illegible] S. 472.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
ampayaco	9°30′ S.	74°55′W.	— —	—	— —	22°,5
mplona	7 17 N.	73 00W.	7500	—	— —	16,2
aramaribo	5 45 N.	55 13W.	— —	—	— —	26,5
aramatta	33 49 S.	146 21 O.	60	—	— —	18,3
avia	45 11 N.	9 9 O.	270	—	— —	12,5
king [1]	39 54 N.	116 29 O.	— —	—	— —	10,4
rleberg	53 5 N.	11 51 O.	290	—	— —	8,8
erpignan	42 42 N.	2 54 O.	160	—	— —	15,5
erth	56 24 N.	3 20W.	— —	—	— —	9,0
rth	31 55 S.	117 50 O.	— —	—	— —	20,4
eterwardein	45 15 N.	19 52 O.	— —	—	— —	11,9
tropawlowsk	53 1 N.	158 40 O.	— —	—	— —	1,9
orzheim	48 54 N.	8 42 O.	800	—	— —	9,0
lsen	49 45 N.	13 23 O.	880	—	— —	8,5
sa	43 43 N.	10 24 O.	170	—	— —	14,7
tsburg	40 26 N.	79 58W.	— —	—	— —	12,3
less	49 58 N.	18 40 O.	820	—	— —	8,9
ymouth	50 22 N.	4 8 W.	60	—	— —	11,0
oitiers	46 35 N.	0 21 O.	300	—	— —	12,4
otorson	48 33 N.	— — —	— —	—	— —	12,1
unah	18 32 N.	74 2 O.	1710	—	— —	25,4
rt Jackson	33 51 S.	151 28 O.	— —	—	— —	18,0
rtland	43 39 N.	70 20W.	— —	—	— —	7,6
rt Louis	20 10 S.	57 28 O.	40	—	— —	24,9
rtsmouth	43 5 N.	70 46W.	— —	—	— —	7,7
ristöe	55 7 N.	12 3 O.	— —	—	— —	8,0
enzlow	53 18 N.	13 55 O.	130	—	— —	9,4
rovidence	41 50 N.	71 25W.	— —	—	— —	8,5
erto de Es-pagna	10 39 N.	61 38W.	— —	—	— —	26,7
erto Rico	18 31 N.	67 12W.	— —	—	— —	26,9
lo Penang	5 25 N.	100 21 O.	— —	—	— —	26,4
agusa	42 38 N.	18 7 O.	— —	—	— —	14,8
iatea	16 40 N.	151 30W.	— —	—	— —	25,4
awak	0 2 S.	49 5 O.	— —	—	— —	27,6
edhook	42 2 N.	73 56W.	— —	—	— —	8,7
edwitz	50 0 N.	12 5 O.	1600	—	— —	6,5
ehberg	49 6 N.	13 27 O.	2540	—	— —	5,6
ethel	49 31 N.	4 22 O.	400	—	— —	11,9
hodez	44 21 N.	2 34 O.	450	—	— —	13,9
chmond	37 32 N.	77 28W.	— —	—	— —	13,8
isax	43 14 N.	1 10 O.	— —	—	— —	14,0

1 Beobachtungen im Jahre 1841 um 9 und 9 Uhr. S. Annuaire agnétique et météorologique etc. par A. T. Kupffer. St. Petersb. 843. p. 616.

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Mi
Tarascon	43° 48′ N.	4° 39′ O.	— —	—	— —	[illegible]
Temeswar	45 42 N.	21 14 O.	— —	—	— —	[illegible]
Tepl, Stift	49 58 N.	12 53 O.	1790	—	— —	[illegible]
Tetschen	50 47 N.	14 12 O.	290	—	— —	[illegible]
Thorn	53 1 N.	18 37 O.	120	—	— —	[illegible]
Thorshavn	62 1 N.	6 44 W.	— —	—	— —	[illegible]
Tilsit	55 4 N.	21 53 O.	— —	—	— —	[illegible]
Timor	9 11 S.	124 19 O.	60	—	— —	[illegible]
Tlalpujahua	19 45 N.	100 5 W.	7870	—	— —	[illegible]
Tocache	8 20 N.	73 20 W.	— —	—	— —	[illegible]
Tolmezzo	46 31 N.	13 3 O.	940	—	— —	[illegible]
Toluca	19 16 N.	99 21 W.	8240	—	— —	[illegible]
Tonains	44 25 N.	0 18 O.	— —	—	— —	[illegible]
Toronto [1]	43 39 N.	— —	320	—	— —	[illegible]
Toulouse	43 36 N.	1 27 O.	47	—	— —	[illegible]
Trient	46 4 N.	11 5 O.	700	—	— —	[illegible]
Troppau	49 56 N.	17 54 O.	800	—	— —	[illegible]
Troyes	48 18 N.	4 4 O.	300	—	— —	[illegible]
Tulbagh	33 15 S.	19 5 O.	— —	—	— —	[illegible]
Tunja	5 26 N.	73 47 W.	8800	—	— —	[illegible]
Turdossin	49 20 N.	19 33 O.	1660	—	— —	[illegible]
Tuttlingen	47 59 N.	8 49 O.	2000	—	— —	[illegible]
Ualan	5 19 N.	16 54 O.	— —	—	— —	[illegible]
Ubajay	23 0 N.	— —	290	—	— —	[illegible]
Union Ellesburgh	43 46 N.	76 11 W.	— —	—	— —	[illegible]
Unter-Kubin	49 12 N.	19 18 O.	1400	—	— —	[illegible]
Upérnawik	72 48 N.	55 54 W.	— —	—	— —	[illegible]
Up-Park Camp	17 58 N.	76 50 W.	200	—	— —	[illegible]
Ustjansk	70 55 N.	138 24 O.	— —	—	— —	[illegible]
Valparaiso	33 2 S.	71 41 W.	— —	—	— —	[illegible]
Vannes	47 40 N.	2 45 W.	— —	—	— —	[illegible]
Vega de Zupia	5 35 N.	76 15 W.	3770	—	— —	[illegible]
Venedig	45 26 N.	12 21 O.	— —	—	— —	[illegible]
Verona	45 26 N.	10 59 O.	200	—	— —	[illegible]
Veta Grande	22 50 N.	102 25 W.	8030	—	— —	[illegible]
Vicenza	45 33 N.	11 33 O.	150	—	— —	[illegible]
Vicimo-Outkinsk [2]	— —	— —	— —	40,62	— 36,9	[illegible]
Vienne	45 32 N.	4 53 O.	400	—	— —	[illegible]
Vire	48 50 N.	0 43 W.	750	—	— —	[illegible]
Wangen	47 41 N.	9 50 O.	1710	—	— —	[illegible]
Wangen, Dorf	48 46 N.	9 25 O.	850	—	— —	[illegible]

1 Aus stündlichen Beobachtungen in den Jahren 1841 und 18[illegible] Nach Sabine in Report of Brit. Assoc. 1844.

2 Nach Beob. in d. J. 1840 u. 1841, veranl. durch Anatole Demid[illegible]

Orte	Breite	Länge	Höhe	Max.	Min.	Med.
rschau	52° 13′ N.	21° 2′ O.	400	—	— —	7°,5
rtburg	50 58 N.	10 18 O.	1270	—	— —	7,9
esenstein	50 56 N.	13 51 O.	520	—	— —	8,0
imar	50 59 N.	11 20 O.	650	—	— —	9,7
ingarten	47 48 N.	9 39 O.	1450	—	— —	8,4
stfield	42 6 N.	72 43 W.	— —	—	— —	9,8
theim	49 7 N.	9 50 O.	100	—	— —	9,1
xiö	56 53 N.	14 49 O.	450	—	— —	6,9
k	58 29 N.	3 5 W.	— —	—	— —	7,9
senbaude	50 43 N.	15 40 O.	4350	—	— —	1,9
ght, Insel	50 45 N.	1 18 W.	— —	—	— —	10,3
mington	39 44 N.	75 35 W.	— —	—	— —	10,7
na [1]	54 41 N.	25 18 O.	375	29,5	— 27,7	7,2
nenden	48 42 N.	9 23 O.	860	—	— —	9,5
lworth	40 42 S.	140 5 W.	— —	—	— —	12,5
zen	52 43 N.	14 8 O.	70	—	— —	8,3
pa	19 30 N.	96 54 W.	4060	—	— —	18,2
k	31 53 S.	116 40 O.	— —	—	— —	18,5
sville	39 59 N.	82 0 W.	— —	—	— —	13,2
te	37 47 N.	20 54 O.	— —	—	— —	20,6
row	49 52 N.	13 46 O.	1520	—	— —	7,3
u	50 54 N.	14 48 O.	760	—	— —	7,6
ust	55 9 N.	60 6 O.	1000	—	— —	0,3
atz	50 17 N.	14 6 O.	560	—	— —	8,8
tland	33 15 S.	18 35 O.	— —	—	— —	19,2
lendam	34 0 S.	20 20 O.	— —	—	— —	18,7

1 Vrgl. die Beobachtungen von SLAVINSKY in: L'Institut. 10me Ann. l. p. 296.

Temperatur. der Erde; Veränderungen derselben. IV. 1332 ff. 572 ff. 622 ff. des Meeres. S. **Meer.** VI. 1656. hohe des Meeresbodens. 1684. des Weltraumes. X. 201—209.
Temperatur der Mischungen. I. 641. Einfluss auf Affinität. II. 2004. 2011.
Temperatur, musikalische; so viel als Schwebung. VIII. 341.
Tenakel. Filtrirrahmen. IV. 242.

Zus. **Terbium,** ein neues so eben von Mosander entdecktes, neben dem Yttrium vorhandenes Metall[1].

Terpentincampfer. IX. 1706. **Terpentinspiritusdampf** dessen latente Wärme. II. 291 ff. Elasticität. 368. Dichtigkeit.
Terpodion. musikalisches Instrument. VIII. 349.
Terrellen. Barlow's elektromagnetische. III. 592. VI. 1082. Christie's thermomagnetische. VI. 1083.
Tertienuhren. S. **Pendel.** VII. 396.
Teufelchen, Cartesische. VIII. 683.
Thätigkeit. S. **Kraft.** V. 958.
Thal. Thäler. III. 1127.
Thau. Erscheinungen. IX. 665. Bestandtheile. 666. genauere Untersuchungen des Thaues. 668. neueste Beobachtungen von Wells. 673. bestätigende Versuche. 681. ungleiche Menge des Thaues. neueste Theorie von Wells. 686. von Blackadder. 692. von Roosbroeke. 696. grössere Kälte in der Tiefe als auf der Erde. 701. Einfluss der Elektricität auf Thaubildung. 706. Mehlthau. Honigthau. 707. Thauwolken. IX. 666.
Thaumatrop. IV. 1459. VIII. 766.
Thaupunct bei Hygrometern. V. 637. VI. 1981.
Thebain. IX. 1716.
Theilbarkeit. IX. 709. sehr weit gehende mechanische. 708. stärkere der flüssigen Lösungen. 711. noch stärkere der expansiblen Stoffe. 712. Leistungen des menschlichen Kunstfleisses. 713. Theilbarkeit der Materie. VI. 1432. Theilmaschine. IX. 715. 720.
Theodolit. IX. 722. Rectification desselben. 724. der Höhen- und Azimuthal-Kreis. 727. Preise der Winkelinstrumente. 729.
Theorie, Dalton'sche der Verbindung von Gasen und Dämpfen. I. II. 400. 404. der Erde. S. **Geologie.** IV. 1238. Franklin's der Elektricität. III. 328. der Flasche. IV. 403. 421.
Thermantidote. eine Art Ventilator. IX. 1633.
Therme. S. **Quelle.** VII. 1085. **Vulcan.** IX. 2341.
Thermobarometer. IX. 961.
Thermoelektricität, Thermomagnetismus. III. 265

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XXIII. p. 241. Ann. Chim. Phys. 3me Sér. T. XI. p. 473.

710. IX. 731. erste Beobachtungen SEEBECK'S. 732. VI. 710. TRAILL'S Versuche. 717. und STURGEON'S. 720. thermoelektrische Kette aus zwei heterogenen Metallen. IX. 735. POUILLET'S Apparat. 738. thermoelektrische Reihe der Körper. 741. Tabellen hierüber. 749. Verhalten der Flüssigkeiten. 755. mehrgliedrige Ketten und Massbestimmungen der erregten Elektricität. 757. Anwendung des Multiplicators. 760. thermoelektrische Ketten aus einem Metall. 766. Erscheinungen in geraden Stangen, Scheiben u. s. w. 775. Gesetze der Intensität und der Vertheilung der magnetischen Polarität in der einfachen Kette. 781. thermoelektrische Säule. 790. Thermoelektricität ist eigentliche Elektricität. 797—802. Theorie. 798. BECQUEREL'S. 814. NOBILI'S. 815. Anwendung zur Messung der Temperatur. 820. Nachtrag. X. 1159.

Zus. Ueber Erregung der Thermoelektricität durch ungleich erwärmte gleiche Metalle und durch Verbindung des Quecksilbers mit andern Metallen haben PELTIER[1] und MATTEUCCI[2] verschiedene Versuche angestellt. VORSSELMAN DE HEER[3] wurde hierdurch veranlasst, das bereits von SEEBECK nachgewiesene Vermögen des Quecksilbers, einen elektrischen Strom zu erregen, durch Versuche darzuthun, wobei er folgende Reihe erhielt: Wismuth, Quecksilber, Platin, Kupfer, Zink, Silber, Eisen, Antimon. Wichtiger für die praktische Anwendung ist, was POGGENDORFF[4] gezeigt hat, dass Neusilber und Eisen eine wirksamere thermoelektrische Kette geben, als Platin und Eisen. Ein sehr ausführliche Abhandlung über die Erzeugung elektrischer Ströme nicht durch zusammengesetzte, sondern durch sich berührende, ungleich erwärmte, gleiche und ungleiche Metalle, und die Richtung der dadurch erzeugten Ströme hat EMMET[5] bekannt gemacht. Die gefundenen Resultate sind von ihm in ausführlichen Tabellen zusammengestellt worden, indess scheint es mir nicht angemessen, diese hier aufzunehmen, da sie nicht genau unter sich übereinstimmen und die Ursachen der Abweichungen nicht angegeben sind. HANKEL[6] findet diese darin, dass die Reihen-

1 Compt. rend. T. VI. p. 303.
2 Bibl. univ. de Genève. T. XIII. p. 199. T. XV. p. 187. Compt. T. V. p. 706.
3 Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 602. Bd. XLIX. S. 114.
4 Dessen Ann. Bd. L. S. 250.
5 Silliman amer. Journ. of Sc. T. XXV. p. 271. T. XXVI. p. 311. Poggendorff Ann. Bd LXII. S. 197 u. 479.

Digitized by Google

folge der Metalle in niederen Temperaturen eine andere ist, al
in höheren, wie denn namentlich das in niederer Temper
gegen Silber negative Zink in nicht beträchtlich höherer po
tiv gegen dasselbe wird. Nach seinen Versuchen bilden d
Metalle folgende Reihe vom negativen zum positiven:

Bei geringen Temperatur-unterschieden	bei grösseren Temperatur-unterschieden
negativ	
Wismuth	Wismuth
Neusilber	Kobalt
Nickel	Neusilber
Kobalt	Platin, ein Blech
Platin, ein Blech	Nickel
Gold	Arseniknickel
Messing	Messing
Arseniknickel	Gold
Kupfer, ein Blech	Zinn
Zinn	Blei
Blei	Kupfer, ein Blec
Kupfer, ein Draht	Platin, ein Spatel
Silber, 12 löthig	Silber, 12 löthig
Platin, ein Spatel	Eisen
Zink	Kupfer, ein Draht
Silber Nr. 2.	Silber Nr. 2.
Silber Nr. 1.	Kupfer, galvanisches
Kupfer, galvanisches	Silber Nr. 1.
Kadmium	Zink
Eisen	Kadmium
Antimon	Antimon
positiv.	

Ausserdem hat HANKEL gezeigt, dass auch die Erze, name
die Krystalle derselben, thermoelektrische Ströme geben. E
tabellarische Zusammenstellung der von ihm untersuchten
den Ort, den sie unter sich und zu den Metallen vom ne
ven zum positiven übergehend einnehmen. Durch eine sp
Reihe von Versuchen bestimmte derselbe ferner die Stärke d
elektrischen Ströme, welche verschiedene Metalle mit Eisen
zunehmend höheren Temperaturen erzeugen, woraus dann s

gleich die der anderen Metalle unter sich hervorgeht. Als interessante Hauptresultate gehn hieraus hervor, dass Wismuth und Antimon die stärksten Ströme geben, denn da Antimon mit Eisen für 80° R. — 257, Wismuth mit letzterem Metalle aber 781 giebt, so geben beide Metalle mit einander 1038 nach den von Hankel gewählten Verhältnisszahlen. Die Platin-Eisenkette gab bei 80° R. 152, bei 224° aber 418, ohne dass sich die Abnahme zeigte, welche nach Pouillet[1] bei dieser Kette bis 480° R. eintreten soll. Einen stärkeren Strom giebt die Neusilber-Eisenkette, nämlich für 80° = 244; für 224° = 749; für 283° = 1070; für 373° = 1548; für 427° = 1813. Andere Ketten erreichen bei gewissen Temperaturen ihr Maximum, gehn dann wieder auf 0 herab, und von da an wird der Strom der umgekehrte oder negativ. Das Maximum erreicht

Eisen	mit Zink	bei	143° R.	mit Kupfer	bei	195° R.
—	— Zinn	—	167 —	— Gold	—	206 —
—	— galv. Kupf.		169 —	— Messing	—	235 —
—	— Silber	bei	184 —	— Blei	—	235 —

Eine Umkehrung des Stromes aber tritt bei folgenden Metallen ein:

Zink und Silber	bei	155° R.
Zink und galvan. Kupfer	—	171 —
Gold und Messing	—	224 —
Zink und Eisen	—	252 —
Galvan. Kupfer und Eisen	—	270 —
Silber und Eisen	—	295 —
Gold und Kupfer	—	330 —
Kupfer und Eisen	—	332 —

Ueber die Construction der thermoelektrischen Säulen erlabe ich mir noch Folgendes zu bemerken. Vergleicht man dieselben mit den hydroelektrischen, so haben wir bei jenen, wie bei diesen einfache und zusammengesetzte. Die zusammengesetzten aus feinen Elementen haben bereits einen solchen Grad der Vollkommenheit erreicht, dass nicht wohl etwas zu wünschen übrig bleibt. Dieses ist nicht der Fall bei solchen aus grösseren Elementen, denn so viel mir bekannt, hat man noch

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 577.

keine den hydroelektrischen vergleichbaren thermoelektrischen Riesensäulen dargestellt. Zur Construction derselben scheint mir die von mir [1] beschriebene die zweckmässigste zu seyn. Man lässt in eisernen Formen etwa 27 Lin. lange, 3 Lin. breite und 2 Lin. dicke Stangen von Wismuth und von Antimon giessen, und weil das letztere Metall sich zusammenzieht, das erstere aber ausdehnt, so ist es räthlich, die Dimensionen der Formen hiernach einzurichten; man sucht überhaupt zu erreichen, dass die gegossenen Stangen nur einer geringen Nachhülfe mit der Feile bedürfen. Um die Stangen zu vereinigen, darf man die entgegengesetzten Enden der breiteren Seiten nur mit einigen Feilstrichen etwas zuschrägen und die gefeilten Stellen der Antimonstangen verzinnen. Man legt dann zwei Stangen der verschiedenen Metalle mittelst eines zwischenliegenden hölzernen Keils zusammen, vereinigt sie durch Blasen der Weingeistflamme mittelst des Löthrohrs gegen die Antimonstange oder durch Erhitzen der letzteren in der Weingeistflamme, nimmt nach dem Erkalten den Keil heraus und fährt so fort, bis die sämmtlichen Paare zusammengelöthet sind. Von diesen Paaren legt man auf einem ebenen Brete so viele, als man zu einer Reihe vereinigen will, so neben einander, dass die Enden in einer geraden Linie liegen, drückt die nicht gelötheten Seiten mit einer hölzernen Zange gegen einander und löthet sie auf die angegebene Weise fest, was ohne zwischengelegten Keil geschehn kann, wenn man nur dafür sorgt, dass die Reihe der Löthstellen nicht aus der geraden Linie kommt. Diese Reihen stellt man, soviel man deren vereinigen will, auf ein ebenes Bret oder eine Glasplatte neben einander, trennt jede von der folgenden durch ein etwa 15 bis 18 Lin. breites hölzernes Lineal und bindet sie mit einem fast ebenso breiten, drei- bis viermal umgeschlungenen und straff angezogenen Seidenbande fest, das man noch ausserdem zu grösserer Festigkeit mit einer dicken Auflösung von Schellack in Weingeist tränken kann. Werden dann die Enden der einzelnen Reihen abwechselnd mittelst der gehörigen Metallstangen, die der geringen schrägen Stellung ungeachtet nicht länger, wohl aber für die bedeutende Dicke des Bandes gehörig zugerichtet seyn müssen, mit einander verbunden, so geben die einander dia-

1 Poggendorff Ann. Bd. XLVII. S. 151.

gegenüberstehenden Enden der äussersten Reihen die beiden Pole, die dann mit einem angelötheten Drahte zu verschn ind. Die von mir vorgeschlagene Methode des Erwärmens nd Erkaltens der entgegengesetzten Löthstellen dieser Säule cheint mir noch immer die beste zu seyn. Die untere Fläche er Säule wird auf einige flache hölzerne, den freien Zutritt des it Schnee oder Eis erkalteten Wassers zu den sämmtlichen öthstellen erleichternde Stäbchen in ein angemessenes Gess von Weissblech gelegt, auf die obere aber legt man ein upferblech von geeigneter Grösse mit etwa 0,75 Z. aufgebonem Rande und füllt dieses mit glühenden Holzkohlen, worch man eine starke Hitze erhält, ohne dass jedoch das ismuth schmelzt. Auf diese Weise lassen sich Säulen von ler wünschenswerthen Grösse verfertigen, und es wäre wohl r Mühe werth, sie in grösserem Massstabe auszuführen.

Auch einfache hydroelektrische Ketten hat man in riesenssiger Grösse dadurch hergestellt, dass man die sämmtlien positiven Elemente und ebenso die negativen unter sich end verband; bei thermoelektrischen ist dieses jedoch, so mir bekannt, noch nicht geschehn, ja es ist noch keiwegs genügend untersucht, in welchem Verhältniss die Masse r Oberfläche der vereinten Metalle zur Grösse der Wirkung it. Einige Versuche, die ich selbst angestellt habe, gaben ultate, die jedoch nicht sehr zum weiteren Verfolge der gabe einladen. Um eine runde, mit Schellackfirniss stark ränkte, dicke Pappscheibe, wovon der berührende Theil in Zeichnung durch p ausgedrückt ist, stellte ich 60 Wis- Fig. hstangen w von denselben Dimensionen, wie die im eben be- 53. riebenen Apparate, trennte jede von der nächsten durch eiangemessenen, mit Schellackfirniss getränkten Holzspahn etwa 0,5 Lin. Dicke, umgab sie oben und unten der Haltkeit wegen mit einem nachher zu entfernenden Bindfaden umwickelte sie dann mit einem etwa 14 Lin. breiten Pastreifen, welcher in 6 Umwindungen bis zur Dicke von 0,6 mittelst Mehlkleister aufgeklebt und dann auswendig mit ellackfirniss stark überzogen wurde. Einen zweiten conrischen Kreis bilden ebenso viele Antimonstangen a, die gleiche Weise durch Holzstäbchen von einander getrennt durch umklebte Papierstreifen festgehalten werden, so dass Ganze einen festen, leicht zu manipulirenden Apparat ab-

Digitized by Google

giebt. An der obern Seite sind die Wismuth- und Antimon-stangen metallisch verbunden, was sich leicht bewerkstelligen liess, da die Wismuthstangen einen Vorsprung hatten, die Enden der Antimonstangen aber vorher verzinnt waren und die Vereinigung daher mittelst eines Löthkolbens leicht geschah; an der unteren Seite wurden alle Wismuthstangen durch einen aufgelötheten Kupferdraht k und alle Antimonstangen durch einen zweiten k′ mit einander verbunden, und die Enden der Drähte bildeten dann die beiden Pole, wenn der Apparat in ein Blechgefäss mit Eiswasser gesetzt und oben auf die angegebene Weise erhitzt wurde.

Weil mir Gourjon sagte, zwei nicht zusammengelöthete, sich genau berührende Metallstangen zeigten intensivere thermoelektrische Wirkungen, und da eigene Probeversuche an zwei einzelnen Elementen dieses zu bestätigen schienen, construirte ich einen zweiten Apparat aus 96 Verbindungen, die nicht gelöthet, sondern durch ein unten zwischenliegendes Holzblättchen getrennt, oben und unten durch umwickelten Zwirn verbunden und um einen gehörig geformten hölzernen Cylinder spiralförmig gelegt waren, um eine grössere Anzahl Elemente in einem kleineren Raume zu vereinigen. Es wird nicht schwer seyn, auf diese Weise mehrere Hunderte von Elementen ohne ungebührliche Grösse zu vereinigen, doch dürfte das Zusammenlöthen der einzelnen Paare den Vorzug verdienen, denn der letztere Apparat ist absolut minder wirksam als der erstere, beide aber stehn der beschriebenen zusammengesetzten Kette weit nach. Beide wirken stark auf die Magnetnadel und geben mit einer Draht-Inductionsrolle verbunden fühlbare Erschütterungen, bisher aber konnte ich mit Anwendung einer Inductionsrolle von 96 F. aufgewickelten Kupferblechs, die zum grossen zusammengesetzten Apparate gehört, keinen Funken und keine Spur einer Wasserzersetzung erhalten, die bei Anwendung der zusammengesetzten Kette sehr augenfällig, namentlich die Funken, zum Vorschein kommen.

Es kann hier noch nachträglich zu Bd. IX. S. 797 bemerkt werden, dass Watkins[1] nicht bloss einen Funken, sichtbare Wasserzersetzung mittelst seiner zusammengesetzten

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. LXXVII. T. XII. p. 541. LXXXVI. T. XIV. p. 82. Poggendorff Ann. Bd. XLVI. S. 496.

Thermosäule in Verbindung mit einer Inductionsrolle erhalten, sondern auch gefunden hat, dass der hierdurch erzeugte Strom in einem Breguet'schen Metallthermometer und in einem feinen Luftthermometer Wärme entbindet. Endlich verdienen hier noch die Untersuchungen von A. F. Svanberg[1] über das geeignetste Verhältniss zwischen den thermoelektrischen Erregern und dem zugehörigen Multiplicator erwähnt zu werden.

hermograph Morstadt's. IX. 961.
hermographie. S. **Daguerrebilder.**
hermohygrometer, so viel als **Psychrometer.** VI. 1980.
hermolampe, Lebon's gaserzeugende. S. **Gebläse.** IV. 1080.
hermomanometer. IX. 1013.
hermometer, Thermoskop, Wärmemesser. IX. 825. Erfindung. 826. älteste der Akademie del Cimento. 827. thermometrische Flüssigkeiten. 827. Luftthermometer. 830. Gay-Lussac's. 836. Mitscherlich's. 837. X. 1111. Haycraft's. IX. 838. Weingeistthermometer. 839. Quecksilberthermometer. 844. sonstige Flüssigkeiten. 852. verschiedene Scalen. 857. Fahrenheit's. 859. dessen künstlicher Eispunct. 861. Reaumur's. 862. de l'Isle. 866. Celsius. 868. Lalande. 870. Verfertigung. 874. Bestimmung der festen Puncte. 882. X. 838. Gefrierpunct. IX. 885. Siedepunct. 890. Scalen und deren Reduction. 900. Reductionstabellen. 905. Correctionen der Thermometer. 919. Verrückung des Gefrierpunctes. 920. III. 173. Correction des Siedepunctes. IX. 933. nach Egen. X. 1082. nach Regnault. S. **Wärme.** Elasticität des Wasserdampfes. Correction der Scale. IX. 936. des Calibers. 940. Rudberg's Calibrirmaschine. 945. Bessel's Methode. 946. Egen's. 952. Kupffer's. 953. Correction der ungleichen Ausdehnung des Quecksilbers verglichen mit Luft. 954. Tabelle für diese Correction. 959. Thermobarometer. 961. thermometrisches Barometer. 963. selbstregistrirende Thermometer; Thermometrograph. 966. Sixthermometer. 969. Traill's Verbesserungen. 970. von Cavendish. 972. Gay-Lussac. 973. King. 974. Keith und Crighton. 976. v. Arnim. 968. Grassmann, Brewster, Jürgensen. 979. Geothermometer von Magnus. 980. Bellani's Maximum- und Minimum-Thermometer. 984. Morstadt's und Klingert's Thermometrographen. 986. Metallthermometer. 988. Breguet's. 990. neues Pyrometer. 992. Leslie's Differentialthermometer. 994. Ritchie's. X. 427. 428. Rumford's Thermoskop und Schmidt's Mikrocalorimeter. IX. 996. thermomagnetische Apparate. 998. Thermomultiplicator oder elektrisches Thermoskop. 999. sonstige Mikrothermometer. 1010. Fourier's Contactthermometer. X. 545. Collardeau's Thermomanometer. IX. 1013. Nachtrag zur Pyrometrie.

1 Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 422.

Digitized by Google

Pouillet's Luftpyrometer. 1014. Universalthermometer. 1016. Mes-
sung grosser Hitze aus der specifischen Wärme. 1017.

Dulong und Petit haben ihre Untersuchungen auf die We angestellt, dass sie zwischen 0° und 100° den Gang d Quecksilberthermometers und des Luftthermometers mit ein der verglichen, und indem daher hierbei die Ausdehnung d Glases und die absolute Ausdehnung der Luft nicht in Betrac kamen, ist das erhaltene Resultat, dass beide Thermom innerhalb dieser Grenze um keine merkliche Grösse von ei ander abweichen, als begründet zu betrachten. In den hö ren Temperaturen beobachteten sie den Gang des Quecksilb thermometers und die Ausdehnung der Luft, nahmen aber a dass letztere sich um 0,00375 ihres Volumens für einen G des Quecksilberthermometers ausdehnen müsse, und indem nach dieser Grösse die Grade des Quecksilberthermometers re gulirten, mussten die Abweichungen beider von einander z gross werden. Könnte man dieses als begründet annehm und hätte hauptsächlich Dulong seine gewiss sehr genau Versuche im Detail bekannt gemacht, so wäre es leicht, di (Bd. X. S. 959) bisher gültigen Reductionen des Quecksilber-thermometers auf das Luftthermometer nach dem richtigen f die Luft aufgefundenen Ausdehnungscoefficienten zu verbesser Dieses ist bisher mehrfach geschehn.

Rudberg[1] hat folgende Formel zur Reduction angegeb wenn t die Grade des Luftthermometers und T die des Queck silberthermometers bezeichnen:

$$t = 1{,}0002675\ T + \frac{0{,}25691}{(10)^4}\ T^2 - \frac{0{,}28366}{(10)^6}\ T^3.$$

Hiernach erhält man folgende correspondirende Werthe:

T	t	T	t
— 36	— 35,36	100	100
0	0	200	198,81
50	50,04	300	294,73

Dass hier die Thermometergrade bei 0° und 100° zusam

1 Ann. de Chim. et Pharmac. T. XXXVI. Cah. 2. L'Instit. Ann. N. 421. p. 32.

fallen, bei 50° aber von einander abweichen, kann nur aus der gleichzeitig einwirkenden ungleichen Ausdehnung des Quecksilbers, der Luft und des Glases abgeleitet werden. Uebrigens weichen die hiernach gefundenen Werthe von den in der Tabelle angegebenen nicht bedeutend, für 300° nur um — 2°,03 ab, was bei der Unsicherheit der Bestimmungen so hoher Temperaturen meistens nicht in Betrachtung kommt. Dennoch aber können jene berechneten Grössen bei der gegenwärtig erforderlichen Genauigkeit solcher wichtiger Bestimmungen nicht genügen, und es war daher wünschenswerth, schärfere aufzusuchen, was auch bereits geschehn ist.

Victor Regnault[1] theilte die angegebene Ansicht, dass Dulong und Petit die Grade des Luftthermometers nach dem Ausdehnungscoefficienten für Luft durch Rechnung gefunden haben, und suchte daher das Problem durch eigene Versuche zu lösen, deren genaue Beschreibung hier zu viel Raum erfordern würde, weswegen ich nur das erhaltene Endresultat hersetze. Hiernach gehören folgende Grade beider Thermometer zu einander:

Luftthermometer	Quecksilberthermometer	Unterschiede
0°	0°	0
50	50,2	0,2
100	100,0	0
150	150,0	0
200	200,0	0
250	250,3	0,3
300	301,2	1,2
325	326,9	1,9
350	353,3	3,3.

Auch hiernach eilt das Quecksilberthermometer dem Luftthermometer bei 50° voraus, ungeachtet es ihm übrigens von 0° bis sogar 200° gleich ist.

Bei dieser Gelegenheit fand Regnault, dass Thermometer, die aus verschiedenen Glassorten verfertigt sind, ob-

---

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 83. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 199.

Digitized by Google

gleich sie bei 0° und 100° völlig übereinstimmen, dennoch bei höheren Wärmegraden von einander abweichen. Durch directe Aufforderung fand sich J. J. Pierre [1] bewogen, dieses Problem genauer zu untersuchen, und wählte hierzu drei Paar Thermometer, wovon jederzeit das eine ein Gefäss von Krystallglas, das andere von gemeinem Glase hatte. Bei der Verfertigung derselben füllte er die vorher oberflächlich als genau calibrirt befundenen Röhren mit Schwefelsäure, um etwa vorhandenen Schmutz zu entfernen, und reinigte sie hernach sorgfältig, ein empfehlenswerthes Verfahren, wenn man auf dafür sorgt, dass alle Feuchtigkeit völlig wieder entfernt werde. In die Röhren brachte er dann einen mässig langen Quecksilberfaden und theilte mittelst einer mit Mikrometerschraube und Mikroskopen versehenen Theilmaschine den Raum, welchen dieser Faden einnahm, in zehn gleiche Theile, bis die Röhre in ihrer ganzen Länge so getheilt war, indem das obere Ende des Quecksilberfadens stets genau an die Stelle gebracht wurde, welche vorher das untere eingenommen hatte. Diese Stelle bezeichnete er anfangs mittelst eines feinen Pinsels durch einen schwarzen Strich, überzog dann die Röhre mit Aetzgrund (Bd. IV. S. 519), gravirte in diesen die Theilung und erhielt die Aetzung mit Flusssäuredampf, weil man hierdurch feinere Striche erhält, als mit flüssiger Säure. Obgleich hierdurch schon grosse Genauigkeit erreicht wird, so verfertigte er dennoch ausserdem nachher eine Correctionstabelle, indem er Quecksilberfäden von ungleicher Länge in der Röhre bewegte und die Theilungen mass, welche sie an den verschiedenen Stellen der Röhre einnahmen. Von den Theilen auf der Röhre gaben ungefähr 3 einen Centesimalgrad. Für die Reduction des Siedepunctes auf den Barometerstand von 0,760 Met. nahm er an, dass 26,7 Millim. Unterschied des Barometerstandes 1° C. geben. Bei den zur Vergleichung angestellten Versuchen fand er die bekannten Erfahrungen über die Veränderung des Gefrierpunctes bestätigt, und ich möchte in dieser Beziehung die allgemeine Regel feststellen, dass es räthlich sey, vor der Anstellung beabsichtigter Messungen zuerst die Thermometer bis zum Siedepuncte zu erhitzen, insbesondere wenn sie vor-

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 427. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 553.

ıer längere Zeit ungebraucht gelegen haben. Aus seinen Ver-ıuchen erhielt er dann folgende Resultate: 1) Zwei in ihren festen Puncten übereinstimmende Thermometer können in den ɩwischenliegenden Graden Unterschiede zeigen, die man aber n den meisten Fällen als zu unbedeutend vernachlässigen darf. 2) Haben zwei in ihren festen Puncten übereinstimmende Ther-nometer Gefässe, das eine von Krystallglas, das andere von ;emeinem Glase, so können sie in Temperaturen von 250⁰ bis 300⁰ um mehrere Grade abweichen. 3) Die Intervalle zwischen len festen Puncten bleiben sich nicht stets gleich; Gefässe aus ;ewöhnlichem Glase sind aber in dieser Beziehung besser, als ıus Krystallglase.

Aus den Versuchen folgt also im Allgemeinen, dass auch lie besten Thermometer Unrichtigkeiten zeigen können, die ei manchen sehr feinen Bestimmungen eigentlich nicht ver-ıachlässigt werden dürften. POGGENDORFF bemerkt indess da-ei, dass die grossen, von PIERRE beobachteten Abweichungen wohl durch die Verbindung von Röhren aus gemeinem Glase itGefässen aus Krystallglas und umgekehrt herbeigeführt worden eyn möchten, wiewohl auch bei gleichem Glase und gleich-ıässiger Ausdehnung desselben merkliche Abweichungen statt-nden können. Nach POGGENDORFF ist nämlich, wenn $1+\Delta_t$ ınd $1+\Delta_{100}$ die wahren Volumina des Quecksilbers, $1+\delta_t$ nd $1+\delta_{100}$ die wahren Volumina des Glases, beides bei t^0 nd 100^0 bezeichnen, die Zahl q_t der Grade des Quecksilber-ıermometers bei t Graden

$$q_t = \frac{\Delta_t - \delta_t}{\Delta_{100} - \delta_{100}} \cdot \frac{1+\delta_{100}}{1+\delta_t} . 100 .$$

Setzt man die Ausdehnung des Glases bei $100^0 = 0{,}0025$ nd 0,0021, so ist für beide

für wahre Temperatur	Thermometerstand	
	$\delta_{100} = 0{,}0025$,	$\delta_{100} = 0{,}0021$
50⁰	50,07	50,05
300⁰	298,51	298,75 .

ʼer Unterschied beider Abweichungen ist also für $50^0 = 0^0{,}02$, ei $300^0 = -\,0^0{,}24$, bei den Temperaturen zwischen den ɜsten Puncten des Thermometers also verschwindend. Für

Digitized by Google

absolut genaue Bestimmungen in höheren Temperaturen würde es erforderlich seyn, die ungleichförmige Ausdehnung des Glases und des Quecksilbers mit in Rechnung zu nehmen, wären diese nur nicht so schwer auszumitteln. Bestimmungen höherer Temperaturen mit Quecksilberthermometern, die dennoch immer noch die grösste Genauigkeit gewähren, sind überhaupt ausnehmend schwer, weil vielfache schwer zu beseitigende Umstände einen bedeutenden Einfluss ausüben.

Ohne nähere Berücksichtigung dessen, was (Bd. IX. S. 854 ff.) über die Benutzung des Schwefelkohlenstoffs als thermometrische Substanz gesagt ist, hat Pleischl[1] Thermometer (oder Kryometer, wie er sie genannt wissen will) aus dieser Flüssigkeit verfertigen lassen. Dass Quecksilber sich wegen seiner ausnehmend starken Zusammenziehung beim Gestehn zum Messen tiefer Kältegrade nicht eigne, ist längst bekannt, Pleischl verwirft aber auch den Alkohol, weil der von 0,84 spec. Gewicht in grosser Kälte ganz zähe, der von 0,797 spec. Gewicht aber bedeutend dickflüssig werden soll. Dagegen fand er den Schwefelkohlenstoff ganz geeignet, weil er mit sehr wenig Iod gefärbt einen leicht erkennbaren Faden bildet und seine Ausdehnung, mit einem Quecksilberthermometer verglichen, sich sehr regelmässig zeigte. Hierüber liegen indess bereits die genügenderen Versuche von Gay-Lussac[2] und von mir[3] vor, es wäre dagegen wünschenswerth gewesen, diese von mir sehr empfohlenen Thermometer mittelst der festen Kohlensäure auf den Gefrierpunct dieser Flüssigkeit zu prüfen, welcher bis jetzt noch selbst nicht annähernd bestimmt worden ist, da die Formel für ihre Ausdehnung keinen Punct der grössten Dichtigkeit giebt (s. Bd. X. S. 929).

Thermometrograph. Rutherford's. IX. 966. Morstadt's und Klingert's. 986.
Thermomultiplicator. IX. 999. X. 183.
Thermophon. Trevelyan's. X. 100. 508.

Zus. Es ist mir seitdem ein Thermophon bekannt geworden, welches bei den bisherigen Erklärungsversuchen noch nicht berücksichtigt wurde, allerdings aber vor allen andern B

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LXIII. S. 115.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. II. p. 30.
3 Mém. prés. à l'Acad. de St. Petersb. T. II. p. 483.

rücksichtigung verdient. Dasselbe besteht aus einem kupfernen, 5 Z. 10 L. par. langen prismatischen Körper, dessen Querschnitt ein Fünfeck bildet. Die Basis hält 11,4 Lin., beide hierauf errichteten Seiten 1 Lin.; die beiden, mit letzteren einen stumpfen Winkel bildenden Seiten würden 7 Lin. Länge haben, allein sie sind durch einen 2 Lin. breiten und 1 Lin. tiefen Einschnitt getrennt, so dass die Figur statt des durch ihre Vereinigung gebildeten stumpfen Winkels vielmehr einen einspringenden fast rechten Winkel erhält. Es ist nach andern, mir bekannten, Exemplaren keineswegs nöthig, diese Dimensionen genau einzuhalten, indess geben sie eine gewisse Norm; aber eine angemessene Dicke des Apparats und die der Länge nach eingeschnittene Furche sind auf jeden Fall zum besseren Gelingen der Versuche erforderlich. Zu diesem Prisma gehört ein Halbcylinder aus Blei von 3 Z. 3 Lin. Länge und 15 Lin. Durchmesser, welcher mit seiner convexen Fläche nach oben mittelst zweier, an seinen Endflächen festgenagelter, 0,5 Lin. dicker, 2 Z. 6 Lin. hoher und unten 2 Z. 9 Lin. breiter Füsse einen festen Stand erhält. Wird das bis etwa zum Siedepuncte des Wassers erhitzte Prisma mit seiner eingeschnittenen Fläche quer über den Cylinder gelegt, so gewahrte man deutlich longitudinale Oscillationen, die mit den Pulsationen des erzeugten Tones zusammenfallen, die hiervon unabhängigen, den Ton erzeugenden Vibrationen lassen sich aber am besten durch einen bis 12 Z. und darüber langen Grashalm sichtbar machen, welcher quer über das Prisma gelegt in Bebungen geräth und eine drehende Bewegung zeigt, ohne dass jedoch seine Länge jemals ganz mit der Längenaxe des Prisma's parallel wird. Dass das eigentliche Tönen aufhört und man nur das fortdauernde Beben wahrnimmt, wenn man den Träger vom Tische aufhebt und frei in der Hand hält, dass also der vernehmbare Ton durch die Resonanz (wie bei den Stimmgabeln) bedingt wird, kann nicht auffallen, desto auffallender ist die ungleiche, aus dem Grade der Erhitzung nicht abzuleitende Höhe des Tones und der Umstand, dass neben dem Haupttone zuweilen noch ein höherer Nebenton vorhanden zu seyn scheint. Nicht selten hört man, vorzüglich im Anfange des Versuchs, auch Klirrtöne. Der Apparat fährt fort zu tönen, wenn seine Hitze auch bis unter den Siedepunct, ja nach Schätzung bis auf 50° C. herabgegangen ist. Die Höhe

und Tiefe der Töne wechselt sprungweise und ändert sich merklich, wenn man auf den cylindrischen Träger oder den zur Unterlage dienenden bleiernen Ring drückt oder die Unterlage nur berührt. Am auffallendsten bei diesem Apparat ist der Umstand, dass derselbe auch dann tönt, wenn man ihn auf einen bleiernen Ring (2 Z. hoch, 2 Lin. dick, von 3 Z. 9 Lin. par. äusserem Durchmesser) an zwei Stellen unterstützt legt, oder auf einen massiven Klotz desselben Metalls, die Axen beider Körper sich in rechten Winkeln schneidend, wobei die Länge der unterstützenden Fläche weit über die Breite des Apparates hinausragte, die Breite aber 5 Lin. betrug; ja, was mich am meisten überraschte, dass er auch dann noch tönte, als ich ihn der Länge nach auf einen 1 Z. 5 Lin. breiten, Z. 2 Lin. langen ebenen massiven Bleiklotz legte. Mir scheinen diese Phänomene mehr für die von Forbes aufgestellte Hypothese zu entscheiden, wonach durch den Widerstand, welchen die Wärme beim Uebergange aus dem besseren Leiter in den schlechteren findet, der erstere in die den Ton erzeugenden Schwingungen versetzt wird.

Thermoroskope. von Dutrochet. IX. 1019. von Rumford. IX.
Thermosiphon. von Fowler. IX. 1019.
Thermoskop. Leslie's. S. **Differentialthermometer.** II. 535. und **Thermometer.** IX. 825. 994.
Thermostat. von Heeren. IX. 1021.
Theurgie oder weisse Magie. VI. 631.
Thier. lebende in Felsen. IV. 1300. Thierblase ist durchdringlich für Flüssigkeiten. I. 200. **Thierregen.** VII. 1223. **Thierschleim.** IX. 1718.
Thierkreis. VIII. 991. X. 2429. Alter des ägyptischen. IX. Bedeutung seiner Zeichen. 2137. X. 2350. der Chinesen. 2355.
Thierkreislicht. Zodiakallicht. I. 276. 507. X. 2419.
Thon. dessen Elasticität. III. 178. Gebirgsart. 1091. Londoner. **Thonschiefer.** 1085.
Thorium. IX. 1021.
Thränendrüse. I. 528.
Tiefe. grösste in der Erde erreichte. III. 1073. 1110.
Tinte. Hellot's sympathetische. V. 906. schwarze. IX. 1711.

Zus. Die zum Zeichnen der Zeuche gebrauchte Tinte erfordert zuerst eine Beitze, womit die Stelle genässt wird, und dann die eigentliche Tinte. Die Beitze besteht aus trocknem einfach kohlensaurem Natron 1 Unze; arab. Gummi 2 Drachmen; Wasser 4 Unzen. Die Beitze muss erst trocknen, dann

wird gezeichnet. Die Tinte besteht aus geschmolzenem salpetersaurem Silberoxyd 2 Drachmen; destillirtes Wasser 7 Drachmen; arab. Gummi 2 Drachmen. Sie wird in gut verschlossenen Gläsern aufbewahrt.

Titan[1] wurde 1791 von GREGOR als Metalloxyd erkannt und 1794 von KLAPROTH, 1821 von H. ROSE genauer untersucht, doch hat man es bis jetzt nur in sehr kleinen Würfeln dargestellt, die sehr hart, spröde, nur in heftigster Weissglühhitze schmelzbar und von 5,28 bis 5,3 spec. Gewicht sind. Das Metall verbindet sich mit Sauerstoff wahrscheinlich zu einem Oxydul, 1 Atomgewicht des Metalls mit 2 Atomgewicht Sauerstoff liefern aber das Titanoxyd oder die Titansäure, die sich natürlich im Rutil und im Anatas findet. Die Säure verbindet sich mit Wasser zu Titansäurehydrat, mit Säuren zu Titanoxydsalzen und mit Salzbasen zu titansauren Salzen. Das Titan verbindet sich mit Phosphor, Schwefel, Chlor und Fluor, ferner mit Stickstoff, Kalium, Natrium, Calcium, Magnium, Zirconium und Silicium.

'itandampf wird in der Hitze der Schmelzöfen erzeugt. X. 1098.
'ithonometer, tithonische Lichtstrahlen. S. **Daguerrebilder.**
'odesthal auf Java. IX. 2329.
'odtes Meer. Beschaffenheit, Vertiefung. S. **See.** VIII. 727. Vergl. **See.**
'oise. französisches Mass. VI. 1271.
'on. S. **Schall.** VIII. 179. Tartinische. 316. Höhe der Töne. IX. 1299. und Coincidenz. 1300. der Insecten beim Fliegen. IV. 469. Vergl. **Insecten.**
'onkacampfer. IX. 1706.
'onleiter. VIII. 331. **Tonmesser, Tonometer, Tonwaage.** S. **Monochord.** VI. 2450. 2453. **Schall.** VIII. 294.
'onne. englisches Mass. VI. 1301. preussisches. 1331. dänisches. 1343.
'onnengebläse. S. **Gebläse.** IV. 1139.
'opasfels. III. 1078.
'opf, Papinischer. S. **Digestor.** II. 544. X. 1142.
'orf. Wärmeerzeugung durch das Verbrennen desselben. V. 143. Beschaffenheit und Bildung. VIII. 1242. pyritnoser. 1245. X. 2206.
'ornados. S. **Regen.** VII. 1253. und **Wind.** X. 2019. Wirkungen derselben. 2048. weisser Tornado. 2059.

1 Handbuch der Chemie von L. Gmelin. 4. Ausg. Bd. II. S. 430.

Digitized by Google

Torosse. S. **Meer.** VI. 1702.
Torpedo electricus, der Zitterrochen. IV. 276.

Zus. Eine neue Species, **Torpedo occidentalis** genannt, ist zu Massachusetts aufgefunden worden[1].

Torsion. Drehung der Körper und Widerstand dagegen. III. 194. der Aufhängefäden der Magnetnadeln. VI. 977.

Zus. Neuere Versuche über die Torsion starrer Stäbe hat SAVART[2] angestellt, deren Resultate die theoretischen Bestimmungen von POISSON[3] und CAUCHY[4] zu bestätigen dienten.

Torsionsstab. beim Magnetometer. IX. 116.
Trabanten. Satelliten, Monde. IX. 1022. **Nebenplaneten.** VII. 63. des Jupiter, Entfernung und Umlaufszeit. IX. 1022. Gr[illegible] und Masse. 1024. Bahnen. 1026. deren Neigungen. 1030. [illegible] Ellipticität. 1032. Störungen. 1033. Finsternisse. 1035. Bestimmung des Schattenkegels. 1039. Dauer der Finsternisse. 10[illegible] Verhältnisse der Längen und Geschwindigkeiten der drei ersten Satelliten. 1047. Entdeckung der Trabanten. 1050. Entfernung des Jupiter von der Sonne. 1056. Geschwindigkeit des Lichts aus Verfinsterung der Trabanten gemessen. 1057. Lichtgleichung der Trabanten. 1059. Vorausbestimmung der Finsternisse. 1061. Trabanten des Saturn. 1062. des Uranus. 1065. Satellit der [illegible] 1066. allgemeine Bemerkungen. 1068. Umlaufszeiten. 1264.
Trachyt. Felsart. III. 1094. IX. 2206.
Trägheit. I. 921. IX. 1073. Princip und Kraft derselben. [illegible] Moment. VI. 2323. IX. 1152.
Tragkraft der Balken. II. 150 ff. einer Waage. X. 13.
Trajectorie. I. 956.
Transversale. Transversallinie. IX. 721. 1780.
Transversalmagnet. III. 539. VI. 742. **Transversalmagnetismus.** III. 621. VI. 742. bipolarer. III. 624. tetrapolarer. 629. diagonaloider. 640. durch beigemengtes Eisen erzeugt. VI. [illegible]
Transversalschwingungen tönender Körper. VIII. 189. IX. 1[illegible]
Trapp-Porphyr. Felsart. III. 1094. **Trapp-Tuff.** 1100.
Trass oder **Terrass.** Felsart. III. 1101. IX. 2269.
Traubenhaut des Auges. I. 533.
Traubensäure. IX. 1696. 1973.
Treibeis. III. 144. 996. VI. 1696. S. **Temperatur.**
Treibkorb. Treibsack. VII. 1142.

---

1 L'Institut. IIme Ann. N. 518. p. 414.
2 Ann. de Chim. et Phys. T. XLI. p. 373. Wiener Zeitschr. T. VII. S. 228. Fechner Repert. Bd. I. S. 73.
3 Mém. de l'Acad. T. VIII. p. 454.
4 Exerc. math. T. IV. p. 40.

reibstock. Triebstock, Getriebe. VII. 1144.
rennungszuckung. beim Froschpräparate. IV. 596. 716.
retrad, Tretscheibe. VII. 1144.
revelyan-Instrument. X. 100. 508. S. **Thermophon.**
ribometer. S. **Reibung.** VII. 1370.
rigonalschein. I. 402.
rimorphismus. V. 1351.
rip. S. **Turmalin.** IX. 1088.
rombe. S. **Wettersäule.** X. 1635.
rommel. Deckel des Elektrophors. III. 733. Wassertrommel. VII. 969. im Ohre. IV. 1202. Trommelfell, Paukenfell. 1201. dessen Bestimmung. 1206. und Durchbohrung. 1214.
rompete. musikalisches Instrument. VIII. 359.
rompeter. Automat von Kaufmann. I. 659.
opfen. I. 187. 195. IX. 1076. Bildung. 1076. Gestalt. 1078. Grösse. 1081. Tropfengläser. 1086. Regentropfen. VII. 1238.
opfstein. Bildung und Beschaffenheit. S. **Höhle.** V. 412.
ovado, so viel als **Tornado.**
oy-Gewicht. VI. 1292. 1301.
chetwert. russisches Mass. VI. 1356. S. **Mass.**
choung, chinesisch statt Gong-Gong. IV. 1612. VIII. 250.
ubus Volderianus. S. **Heber.** V. 137.

Zus. Dieser nur selten in physikalischen Cabinetten vorkommende und daher wenig bekannte Apparat ist durch Burkhard de Volder[1] angegeben und dem Wesen nach dem Folis hydrostaticus s'Gravesande's (Bd. V. S. 582) gleich, jedoch chöner und belehrender. Er besteht aus einem 1 Fuss hohen ylindrischen, mit einem Deckel dicht verschlossenen Messinggefässe. In den Boden desselben ist von oben herab eine unde Platte von 0,5 Quadratfuss Flächeninhalt eingeschliffen, egen welchen also das Wasser des gefüllten Gefässes mit em Gewichte eines halben Kubikfusses Wasser drückt. In dem asserdicht schliessenden Deckel ist eine hohle Messingröhre mit eitwärts gehenden, jedesmal 1 F. von einander entfernten, durch chrauben verschliessbaren Löchern. Die eingeschliffene Boenplatte ist in ihrem Centrum mit einem Haken versehn, von elchem aus ein Seil aus Metalldraht durch die Röhre geht nd oben in einem Ringe endet, woran man den Tubus an einer Waage aufhängt. Das Wasser, welches nach seiner verchiedenen Höhe gegen die eingeschliffene Platte drückt, com-

---

1 Disputationes philos. de rerum natural. principiis ut et de aëris itate. Lugd. Bat. 1681. 8.

pensirt hierdurch das Gewicht des Apparates, des enthaltenen Wassers und der aufzulegenden Gewichte, und man hat also ein Mittel, das hydrostatische Gesetz, wonach der Druck in Flüssigkeiten einer Säule von gegebener Basis und Höhe, ohne Einfluss ihrer Dicke, gleich ist, durch Messung empirisch anschaulich zu machen.

Tuff. Felsart. III. 1102.
Tult. ägyptisches Mass. VII. 1236.
Tummelbaum. S. **Presse.** VII. 900.
Tungstein. VIII. 522.
Turiner Kerzen. S. **Phosphor.** VII. 477. X. 274.
Turmalin. Turnamal, Trip, Aschenzieher, Stangenschörl, ceylon'scher Magnet. IX. 1088. erste Entdeckung. 1089. neuere Untersuchungen seines elektrischen Verhaltens. 1091. Theorie dieser Erscheinungen. 1102. Nachtrag zur Krystallelektricität. X. 1053. 1056. 1057. Wirkungen auf polarisirtes Licht. IX. 1483.

Zus. Eine ausführliche und gediegene Untersuchung der Pyroelektricität (Elektricität erhitzter Krystalle) ist ausserdem durch P. Riess und G. Rose[1] bekannt gemacht worden. Sie erhitzten die Krystalle in einem Schrotbade und entfernten die etwa anhaftende und durch Reiben erzeugte Elektricität durch das sehr zweckmässige Mittel, dass sie die Krystalle durch die Spitze einer Weingeistflamme zogen. Der Zweck der Untersuchung war, die früheren, namentlich durch Brewster gegebenen Bestimmungen derjenigen Krystalle, welche pyroelektrisch werden, zu prüfen und zugleich die Lage der elektrischen Axen bei einigen derselben zu bestimmen. Der Kürze wegen gebe ich hier bloss die Hauptresultate.

A. Pyroelektrisch zeigen sich: Turmalin, Kieselzinkerz, Skolezit, Axinit, Borazit, Rhodizit, und zwar als terminalpolarisch; Prehnit, Topas als centralpolarisch; Titanit, Schwerspath und Bergkrystall, an denen die elektrischen Axen nicht bestimmt wurden.

B. Nicht pyroelektrisch erschienen: Amethyst, Analcim, Beryll, Brookit, Cölestin, Diamant, Dichroit, Diopsit, Feldspath, Flussspath, Granat, Helvin, Honigstein, Kalkspath, Natrolith, Phenakit, Pistacit, Rauschgelb, Skapolith, Schwefel, Thomsonit, Vesuvian, Weissbleierz.

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 353.

Ausserdem hat W. Hankel[1] seine (Bd. X. S. 1156 ff.) be-
its erwähnten Untersuchungen durch eine neue Reihe von Ver-
chen mit dem Topase erweitert. In der Hauptsache geht
raus hervor, dass der Topas mehrere elektrische Axen zeigt
d dass sein elektrisches Verhalten durch die mehr oder min-
r vollständige Ausbildung der Krystalle bedingt wird.

Wichtiger noch sind einige durch die eben erwähnte Ab-
ndlung von Riess und Rose veranlasste Bemerkungen[2], worin
selbe den gewählten Ausdruck: Pyroelektricität, als den ge-
mten Erscheinungen, namentlich bei den durch Hitze leicht
störbaren Krystallen, nicht angemessen, wohl mit Recht ver-
ft, so wie die Benennung der analogen (die zuerst + el.
den) und antilogen Pole. Als besonders bemerkenswerth
dient erwähnt zu werden, dass Hankel beim Boracit in der
te der Würfelflächen Pole mit einer Intensität auftreten sah,
che die der Würfelecken bedeutend übertrifft und wonach
also bei diesem Krystalle sieben polarisch elektrische Axen
finden. Nicht minder beachtenswerth ist, dass diese sämmt-
en Axen sowohl während des Erwärmens, als auch des Er-
ens einen Wechsel der Elektricität zeigen, indem diese von
einen zur andern übergeht. Inzwischen haben Riess und
e[3] gegen die durch Hankel erhaltenen Resultate gewich-
Zweifel erhoben, welche namentlich auf dem Grunde be-
, dass das von ihm gebrauchte Säulenelektrometer bekannt-
leicht täuschen kann und es schwer hält, die Temperatur-
rungen auf Metallplatten liegender Krystalle genau zu be-
en.

oniker. X. 1535.
anum im Ohre. IV. 1200. Wassertrommel. VII. 969.
on. X. 2026. Wirkungen desselben. 2063.

U.

anopsique. optisches Instrument. IX. 1105.
eter. S. **Regenmass.** VII. 1340.
gangsgebirge. III. 1083.

---

[1] Poggendorff Ann. Bd. LVI. S. 37.
[2] Ebend. Bd. LXI. S. 281.
[3] Ebend. Ann. Bd. LXI. S. 659.

Digitized by Google

Uebergangsgranit. Gebirgsart. III. 1086.
Uebergangskalk. Gebirgsart. III. 1085.
Ueberschwemmungen. Stromschwellen. VIII. 1205.
Ueberzüge. farbenspielende der Metalle und des Glases. I. 17
Uhr. IX. 1105. Wasseruhren. 1105. Sanduhren. 1107. Ein der Zeit. 1107. älteste Räderuhren. 1109. tragbare. 111 schenuhren und deren Erfindung. VI. 7. VII. 1161. neueste V serungen. IX. 1116. Einrichtung der Räderuhren. 1118. P Gewicht und Hemmung. 1120. Räderwerk. 1122. Theorie d tenbrüche. 1125. Beispiel der Einschaltung des Jahrs. 112 hältniss der Räder. 1131. Pendel. 1133. Spiralfeder. 113 brauch der Uhren. X. 2358. Vergl. **Chronometer.** auf der geneigten Ebene herabrollende. 71.
Uhrpendel. S. **Pendel.** VII. 382. und **Uhr.** IX. 1119.
Ulminsäure. IX. 1700.
Umdrehung. Drehung, Rotation. IX. 1139. Centrifugalk Schwungkraft. 1140. der Erde. 1143. Theorie des Gleich der Rotation. 1145. Rotation um eine feste Axe. 1147. d sischen Pendels. 1155. eines Körpers um einen gegebene 1157. Unabhängigkeit der progressiven und rotirenden B 1168. Gleichungen der Rotationsflächen. 1172. Oberfläche lumina der durch Rotation einer Curve entstandenen Kör Umdrehungsaxe. I. 213. und Mittelpunct. VI. 2306.
Umhüllung. IX. 1189. Charakteristik umhüllender Fläch Variation der Parameter. 1202. Bewegung des cykloidalis dels. 1211.
Umlaufszeit. Revolution. IX. 1213. Ableitung der Revol einander. 1215. Bestimmung durch Beobachtungen. 1219. Länge der Planeten aus den Umlaufszeiten; Sonnenjahr. 1 hängigkeit der Umlaufszeiten der Planeten von den gross ihrer Bahnen. 1228. Betrachtungen über das Sonnensys Masse des Jupiter. 1238. seculäre Bewegung des Mond des Jupiter und Saturn. 1249. heliocentrischer und geo Ort der Planeten. 1254. Umlaufszeiten der Körper des stems. 1262.
Umschattige. VIII. 511. IX. 1265.
Undulation. Undulationstheorie, Wellentheorie. VI. 334. P Darstellung derselben. 260. LITTROW's Bearbeitung. IX. 12 dulation der Schallwellen. 1269. Länge der Wellen. 1273 Erklärung der Länge und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der 1277. der Schallwellen in der Luft. 1283. in flüssigen Körpern. 1286. transversale Schwingungen tönender Kör longitudinale. 1291. Einfluss der Gestalt der Körper. 129 sche Wellen. 1297. Intensität und Dauer des Schalles. 12 der Töne. 1299. und Coincidenz. 1300. allgemeine Theorie dulation des Lichts; Erklärungen. 1301. Refraction und

Digitized by Google

s Lichts. 1304. Princip der Coexistenz kleiner Oscillationen. 1313. perposition der kleinen Bewegungen. 1315. Fundamentalgleichun-n der akustischen und optischen Vibrationen. 1317. Integration rselben. 1324. Interferenz des Lichts in einfacher Gestalt. 1348. schwindigkeit der Lichtvibrationen. 1355. analytische Theorie der erferenzen. 1357. Concurrenz von zwei gleich grossen Wellen. 51. mehreren Wellen. 1360. Verhalten der durch kleine Oeffnun-ı dringenden Lichtwellen. 1369. Intensität des durch Spiegel in-ferirten Lichtes. 1375. des durch Prismen. 1384. wenn einer der len Lichtströme durch einen diaphanen Körper geht. 1386. Far-kreise. 1388. erklärt aus der Theorie der Anwandlungen. 1392. der Undulationstheorie. 1394. Interferenz des mehrmals reflec-en Lichtes. 1397. des mehrmals gebrochenen. 1402. des durch i Prismen gehenden. 1404. Farbenringe zwischen zwei Glaslin-. 1406. Intensität des reflectirten Lichts. 1407. des gebrochenen. 3. *Diffraction* oder Beugung des Lichts. 1409. Beobachtungen. 1. allgemeine Theorie der Intensität des durch eine kleine Oeff-g gehenden Lichts. 1413. wenn die Oeffnung ein Rechteck ist. 3. ein Kreis. 1421. mit Sammellinse. 1422. ein Rechteck. 1. eine geradlinige Spalte. 1425. graphische Darstellung des h ein Rechteck gehenden Lichtstromes. 1431. durch ein gleich-ges Dreieck. 1434. durch mehrere kleine Oeffnungen von glei-Grösse und Gestalt. 1444—1448. 1456. 1462. 1464. durch recht-llige Drahtgitter. 1465. durch mehrere analoge Reihen unter ähnlicher Oeffnungen. 1469. Polarisationsapparate. 1481. Wir-; des Turmalins auf polarisirtes Licht. 1483. Metalle polarisiren llkommen. 1484. allgemeine Gesetze der Polarisation. 1487. amentalgleichungen für diejenigen Wellen, deren Vibrationen auf Richtung ihrer Fortpflanzung schief stehn. 1490. Erzeugung zwei Strahlen durch doppelt brechende Krystalle. 1492. dop-Brechung bei einaxigen Krystallen. 1494. Weg der beiden isirten Strahlen. 1498. Gesetz der doppelten Refraction in zwei-n Krystallen. 1500. Intensität des reflectirten und gebrochenen es, wenn polarisirtes Licht in der Einfallsebene auf eine bre-le Fläche fällt. 1503. wenn es senkrecht gegen diese Ebene ine brechende Fläche fällt. 1506. Polarisationsebene bei schief lendem Lichte. 1508. Intensität des auf der inneren Seite des ıms unter einem bestimmten Winkel einfallenden und reflectir-ichts. 1510. und des daselbst polarisirten. 1514. elliptische irculare Polarisation. 1518. Beobachtungen. 1519. Farbener-ng durch Polarisation. 1520. Ursachen dieser Erscheinungen. Fresnel's Erklärung. 1529. Bestimmung des durch Kry-atten gegangenen Lichts. 1535. wenn sie zwischen zwei Spie-iegen. 1538. Allgemeine Bemerkungen. 1545. Fresnel's po-ender Rhombus. 1513. 1517. 1546. 1556. Doppelstrahl bei xigen Krystallen. 1550. Bilder zweiaxiger Krystalle, wenn EL's Rhombus zwischen beiden Spiegeln liegt. 1556. Bilder

Digitized by Google

in willkürlich geschnittenen Krystallplatten. 1556. Allgemeine B-
merkungen. 1560.
Undurchdringlichkeit. wesentliche Eigenschaft der Ma-
VI. 1429.
Undurchsichtigkeit. S. **Durchsichtigkeit.** II. 698. IX.
Unitarier. Anhänger FRANKLIN's in der Elektricitätslehre. III.
Universal-Instrument. IX. 724. 729.
Universalthermometer. S. **Thermometer.** IX. 1016
Universalwaage LEUPOLD's. X. 2.
Unschattige. VIII. 511. IX. 1566.
Untergang. der Gestirne. I. 518. IX. 80. 1566. Zeit des U-
ganges. 1568. verschiedene Arten des Auf- und Unterganges.
Unverbrennlichkeit. der Menschen. X. 498. der Körper.
Uran und seine Verbindungen. IX. 1571.
Uranelain. VI. 2031.
Uranus. dessen Trabanten. IX. 1065. 1575. der Planet. 1572
fernung von der Sonne und Durchmesser. 1573. Dichte und Ab-
tung. 1574. ob entferntester Planet. 1579. Geschichte seiner E-
deckung. 1581. Berechnung seiner Bahn. 1584. Name und Ze-
1592. Auflösung gegebener Gleichungen durch Näherung.
Lage seiner Axe. 2192.
Urgebirge. III. 1077. sind nach v. JUSTI durch das Centr-
emporgehoben. IV. 1250. desgleichen nach L. v. BUCH.
Urkalk. salinischer Marmor. III. 1084.
Urkräfte. II. 711.
Urstoffe, so viel als Elemente. III. 784.
Urthonschiefer. III. 1083.
Urtrapp. Gebirgsart. III. 1083.

V.

Vacuum. leerer Raum. S. **Leere.** VI. 123.
Vanad und dessen Verbindungen. IX. 1599.
Vaporisationswärme. Verdunstungswärme. X. 842. latente
Dampfes. S. **Wärme.**
Vara. portugiesische. VI. 1387. spanische. 1389.
Variation. der Magnetnadel, tägliche. I. 152. jährliche. 154
VI. 1086. Vergl. **Abweichung** der Magnetnadel. I.
962 u. s. w. des Mondes. S. **Mond.** VI. 2362. und **Welt-**
stem. X. 1608. der Parameter. IX. 1603.

Zus. BIOT in seinen Untersuchungen über die Ge-
der Astronomie im Journ. des Savants behauptet gefunden
haben, dass im Werke des ABUL-WEFA keine Spur von
Variation des Mondes zu finden sey, sondern dass er bloss

reite Element der Evection ganz nach PTOLEMÄUS angebe, m er Schritt vor Schritt folgt[1].

iationsrechnung. IX. 1608. Aufgabe der Brachystochrone. 621. LAGRANGE ist Begründer der Variationsrechnung. 1621.
ctation. Einfluss der Höhe auf dieselbe. IX. 354.
til. der Dampfmaschinen. II. 472. der Luftpumpen. VI. 591.
tilator. Luftreiniger IX. 1622. erste Einrichtung. 1623. PAROT's Saugventilator. 1624. und Druckventilator. 1626. HALES' Apparat. 1629. DESAGUILIERS' Centrifugalventilator. 1632. RANKE's hermantidote. 1633. D'ARCET's Appellschlot. 1634. Punka und addy in Ostindien. 1635.
ilheber. S. **Heber.** V. 126.
is oder Morgenstern. VI. 2458. IX. 1638. Atmosphäre derselben. 514. Durchgang durch die Sonnenscheibe. II. 684. deren Perion. 685. Beobachtung der Durchgänge. 688. IX. 1651. an verhiedenen Orten der Erde. II. 690. der von 1769. 694. dient zur stimmung der Sonnenparallaxe. 696. IX. 1656. Phasen der Ves. VII. 469. IX. 1645. Trabanten. 1066. 1650. grosse Schiefe r Ekliptik bei derselben. 2191. allgemeine Erscheinungen derseln. 1639. Stillstandspuncte. 1641. Elemente ihrer Bahn. 1643. irkstes Licht. 1646. Oberfläche. 1648.
nderung. der Himmelskörper. IX. 1662. Beständigkeit ihrer volution und Rotation. 1663. Ausnahme beim Monde. 1669. allneine Veränderungen unsers Planetensystems. 1671. ausser unm Planetensystem. 1679. neue Sterne am Himmel. 1681. verlerliche. 1684. Veränderungen der Nebelmassen. 1687.
trin. IX. 1716.
ndungen. chemische. IX. 1691. 1858. verschiedener Ordnun. 1866. organische. 1691. stickstofffreie organische Verbindun; Säuren. 1696. nichtsaure; Weingeist. 1700. Holzgeist und htiges Oel. 1703. flüssiges Oel. 1704. festes. 1706. Fett. 1707. z. 1709. harziger und extractiver Farbstoff. 1710. Gerbstoff. 1. stickstofffreie, bittere, narkotische und süsse Verbindungen. 2. Pflanzenschleim, Stärkemehl. 1713. stickstoffhaltige organi: Verbindungen; Säuren und Alkaloide. 1714. indifferente. 1717. bstoffe. 1719.
eiung. S. **Galvanoplastik.**
echer. gleichbleibende Anzahl derselben. X. 1205.
ennen, das. IV. 200. VI. 224. Verbrennungsprocess. X. 247. Wesen desselben. 332.
mpfung. S. **Verdunstung.** IX. 1720. Verdampfungsne. IV. 1013.
chtung chemischer Verbindungen. IX. 1934.

---

[1] l'Institut. XIIme Ann. N. 526. p. 32.

Digitized by Google

Verdoppler der Elektricität. S. **Duplicator.** II. 667.

Verdünnung chemischer Verbindungen. IX. 1937.

Verdunstung. IX. 1720. des Eises. III. 122. IX. 1729. Elektricität befördert. III. 288. des Quecksilbers. IX. 1722. Moschus und Phosphors. 1725. der Flüssigkeiten. 1726. allg. Gesetze der Verdunstung; am leichtesten verdunstbare Sub. 1727. Einfluss der Temperatur. 1728. Einfluss der leichten führung des Dampfes. 1734. und der Oberfläche. 1736. Gren. Verdunstung. 1739. gewöhnliche Verdunstung des Wassers. Nachtrag. S. **Wärme.** X. 997. einzelne Messungen. 2106.

Verdunstungskälte. III. 154. **Verdunstungsmesser.**

Verfinsterung. Finsterniss. IV. 251. IX. 1750. des Mondes. IV. 251. der Sonne. 258. im Allgemeinen. IX. 1755. für bestimmten Ort der Erde. 1758. Weg des Mondschattens Erdoberfläche. 1760. Verfinsterung der Nebenplaneten. IV. 272. Jupiterstrabanten. VI. 9. IX. 1035. Finsternisse dienen zu L bestimmungen. 1763. Bestimmung des Schattens gegebener G stände. 1770.

Verglasung durch den Blitz. I. 1098.

Vergoldung. mechanische des Stahls. I. 175. kalte. 177. sche. S. **Galvanoplastik.**

Vergrösserung. IX. 1777. genaueres Verfahren der M mit dem Dynamometer. 1779. beim astronomischen F 158. beim Erdfernrohr. 168. bei Fernröhren überhaupt sphärischen Hohlspiegel. V. 511. bei Mikroskopen. VI. 2253.

Vergrösserungsglas. S. **Mikroskop.** VI. 2194.

Verkupferung. S. **Galvanoplastik.**

Vernier. IX. 1780. die Erfindung wird fälschlich dem N schrieben. 1782.

Verplatinirung. S. **Galvanoplastik.**

Verpuffung. IX. 2013. Verpuffungsröhre des Eudiometers. II.

Versandung. Ueberschüttung mit Sand. IV. 1304.

Verschluckung. S. **Absorption.** I. 40.

Versilberung. kalte. I. 177. galvanoplastische. S. **Galva plastik.**

Verstärkungsflasche. S. **Flasche.** IV. 354.

Versteinerungen. IV. 1333. IX. 1785. Infusorienreste. Pflanzen und Thiere. VI. 1457. versteinerte Seegeschöpfe. II. Amphibien. 1793. Ornitholithen. 1793. Landthiere; unbek ten. 1794. bekannten Gattungen zugehörig. 1796. jetzt gleichend. 1799. Menschenreste. IV. 1299. IX. 1801. Pfla 1803. allgemeine Bemerkungen über die Menge. 1805. der Fundorte. 1806. die Grösse. 1807. die Vermengung schiedenen Petrefacten. 1810. beweisen Abnahme der T unserer Erde. 622.

Versuch. I. 884. IX. 1813. Unterschied von Beobach Vorsicht und Entfernung von Vorurtheilen. 1815. Analyse de

suche und Beobachtungen. 1818. Reduction der Versuche auf die Bewegungsgesetze. 1826. auf Mass und Zahl. 1829. Wichtigkeit der Instrumente. 1830. Reduction der Versuche auf Gesetze. 1833. Auffindung dieser Gesetze. 1837. Fehler, die zu vermeiden sind. 1845. Leidener Versuch. IV. 397.

ertheilung. magnetische. I. 30. elektrische. III. 297. S. **Induction.**

erticalkreis. VIII. 522.

erwandtschaft. Wahlverwandtschaft, Affinität. IX. 1857. Begriff derselben. 1857. Mischungen und Mengungen. 1858. Verbreitung der Affinität; verschiedene Arten der Verbindungen. 1866. Bedingungen der chemischen Verbindungen. 1868. Entwickelung oder Verschluckung unwägbarer Stoffe bei Verbindung der wägbaren. 1877. Zeit, in welcher die Verbindungen erfolgen. 1879. Stöchiometrie, chemische Aequivalente. 1881. Gesetz der Verbindungen für dieselben zwei Stoffe. 1887. für verschiedene Stoffe. 1888. Atomgewicht, Mischungsgewicht. 1889. absolutes und relatives. 1891. Bestimmung der Atomgewichte und der specifischen Wärme. 1898. Doppelatome. 1902. Tabelle der Atomgewichte. 1911. chemische Formeln und Berechnung der Atomgewichte. 1916. 1918. chemische Aequivalentenscalen. 1921. Verhältniss der Atomgewichte zu der specifischen Wärme. 1922. Tabelle für starre und flüssige Körper. 1927. für expansible. 1928. Qualitätsveränderung der Körper durch Mischung. 1933. Verdichtung. 1934. Beispiel einer Verdünnung. 1937. Veränderung des Aggregatzustandes. 1937. Krystallform; Dimorphismus. 1939. 1951. Isomorphismus. 1940. Wärmeverhältnisse. 1941. Schmelzbarkeit. 1944. Durchsichtigkeit, Lichtbrechung. 1946. Farbe. 1948. chemische und physiologische Verhältnisse. 1949. Amorphismus. 1954. Eigenschaften, die durch die Zusammensetzung erzeugt werden. 1962. Isomerie. 1963. Polymerie. 1964. bei der Phosphorsäure. 1964. der tellurigen und Tellur-Säure. 1969. der Cyansäure, Knallsäure und Cyanursäure. 1971. der Traubensäure. 1973. Metamerie. 1976. chemische Zersetzung. 1978. deren Bedingungen. 1979. Niederschlagung und deren Anomalie. 1982. Wasserstoffhyperoxyd. 1985. Einfluss der Lebenskraft. 1987. einfache Wahlverwandtschaft. 1989. doppelte. 1992. RICHTER's Neutralitätsgesetz. 1993. Einwirkung der Affinitäten. 1998. Einfluss der Temperatur. 2004. Erfolge der Zersetzung. 2011. Zersetzungen bloss wägbarer Körper; Affinitätstabellen. 2019. Mitwirkung der Wärme; Affinitätsgrösse. 2023. Affinitätstheorieen; atomistische ältere. 2034. neuere. 2035. BERTHOLLET's chemische Masse. 2044. elektrochemische Theorie. 2054. dynamische Hypothese. 2069.

erwesung. Vermoderung. IV. 3.

erzinkung, Verzinnung. S. **Galvanoplastik.**

esine. örtlicher Wind. X. 1942.

esta. selbstleuchtend nach SCHRÖTER. VIII. 831. entdeckt im Jahre 1807 von OLBERS. IX. 2073. der kleinste aller Planeten. 2073.

Elemente der vier neuen Planeten. 2074. sind vielleicht Trüm eines grösseren. 2076. ihre Excentricitäten und Neigungen. 20 physische Beschaffenheit. 2080.
Vesuv. S. **Vulcan.** IX. 2207.
Vexirbecher. S. **Heber.** V. 130.
Visiren der Quellen. S. **Hydraulik.** V. 519.
Vitriolöl. Schwefelsäure. VIII. 589.
Vögel. Fliegen derselben. IV. 462. Einfluss des Schwanzes 466. ihrer Luftbehälter. 467. erreichte Höhe und Geschwindigkeit. 1352.
Vogelperspective. S. **Perspective.** VII. 431.
Vollmond. IX. 2081. ist Bedingung der Mondfinsternisse. ungleiche Abweichung. 2084.
Volta-Elektrometer. S. **Multiplicator.** VI. 2457.

Zus. Man hat seitdem den ursprünglichen Namen, Volta-Elektrometer, mit dem kürzeren und daher zweckmässige **Voltameter** vertauscht. Die Construction derselben ist schieden, indess unterscheidet man zwei Arten, nämlich diejenigen in denen beide Gase vereint, und diejenigen, in denen sie getrennt vorhanden sind. Bei beiden ist es vortheilhaft, statt der früher gebrauchten Platindrähte vielmehr Platinbleche in Anwendung zu bringen. Diese sind sehr dünn und nach Verhältniss der zu erzeugenden Gasmenge verschieden gross, im Mittel bei den grösseren, bei kräftigen Säulen anzuwendenden, etwa 3 Z. lang und 1 Z. breit. Bei beiden Arten von Apparaten müssen die Auffangegefässe graduirt seyn, denn sonst wären sie blosse Voltaskope, die man gleichfalls anwendet, um zu ermitteln, ob irgend eine Vorrichtung einen das Wasser zersetzenden Strom erzeugt. Zweckmässige Apparate, um die Gase einzeln aufzufangen und ihre Volumina zu messen, hat POGGENDORFF[1] beschrieben; ihnen ähnliche sind von verschiedenen Künstlern bereits nach dem an sich einfachen Principe ausgeführt worden.

Voltagometer nennt M. H. JACOBI[2] einen sinnreich erdachten Apparat, welcher bestimmt ist, den Leitungswiderstand zu reguliren. Er besteht im Wesentlichen aus einem Marmorcylinder und aus einer messingenen Axe desselben, in welche beide feine gleiche Schraubenwindungen eingeschnitten sind. In die Vertiefungen des Marmorcylinders ist ein Platindraht

1 Dessen Ann. Bd. LV. S. 277.
2 Bullet. de l'Acad. de St. Petersb. T. X. N. 18. Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 145.

wunden; die Axe ruht in einem Lager, und da ihre freien Enden jedes mit dem Marmorcylinder gleiche Längen haben, so kann letzterer in horizontaler Lage hin- und hergeschoben werden. Den Draht berührt eine durch ein Gewicht angedrückte Rolle von Platin mit einer Vertiefung, um stets mit dem Drahte in genauer metallischer Berührung zu bleiben; an einer feinen Scale endlich wird die Länge des seitwärts bewegten Cylinders und also auch des um ihn gewundenen Drahtes gemessen, und indem der elektrische Strom durch die Rolle zum Drahte und von diesem zum Cylinder übergeht, so kann die Länge des durchströmten Drahtes und somit die Grösse des Leitungswiderstandes willkürlich vergrössert werden. Ein ähnlicher, minder kostbarer Apparat ist der von WHEATSTONE erfundene, oben beschriebene Rheostat.

oltaismus, so viel als Galvanismus. IV. 555. 825 u. a. a. O.
oltaityp. S. **Galvanoplastik.**
oltameter. S. **Volta-Elektrometer** und **Multiplicator.**
olum der durch Rotation entstandenen Körper. IX. 1179. S. **Volumen.** 2084 ff.
olum-Barometer. VI. 1857.
olumen. IX. 2084. Masse und Dichtigkeit der Körper. 2085. allgemeine Formeln zur Bestimmung der Volumina. 2086. Bestimmung der Oberfläche oder die Complanation. 2091. Rectification der Curven. 2099. Quadratur derselben. 2104. Complanation. 2107. Cubatur. 2112. statische Bestimmung der Oberflächen und der Volumina. 2118. Oberfläche und Volumen der regelmässigen Polyeder. 2124.

Zus. **Volumenometer** nennt HERMANN KOPP[1] einen von ihm erfundenen Apparat; doch könnte man ihn auch Stereometer nennen, da er dessen Stelle jedenfalls mit überwiegendem Nutzen vertritt. Statt dass beim Stereometer das Volumen eines Körpers gemessen wird, indem das Luftvolumen, welches er aus der von ihm eingenommenen Stelle treibt, an der Ausdehnung der zurückbleibenden nicht Theil nimmt, misst das Volumenometer die gesuchte Grösse durch das Verhältniss der Zusammendrückung des ganzen zu dem verminderten Luftvolumen. Man denke sich zwei verticale gläserne, durch ein zwischen ihnen befindliches engeres Rohr verbundene Glascylinder. Der eine dieser Schenkel ist mit Quecksilber gefüllt, welches durch einen Embolus herabgedrückt und in den zweiten getrieben

1 Ann. d. Chemie und Pharmacie. Bd. XXXV. S. 17.

Digitized by Google

werden kann, der zweite ist mit einem Deckel luftdicht verschlossen, durch welchen einige geschwärzte Drahtstifte und eine enge, oben offene, unten spitze Glasröhre herabgehn. Wird dann das Quecksilber in ihn getrieben, so muss die Luft, nachdem vorher die Spitze der engen Röhre durch das Quecksilber gesperrt worden ist, zusammengedrückt werden, wobei die Drahtspitzen von ungleicher Länge, die es nach einander berührt, den geringeren oder stärkeren Grad der Zusammendrückung messen. Mit dem zweiten Cylinder ist durch eine geeignete gebogene Röhre ein gläsernes Gefäss verbunden, in welches die Körper, deren Volumen man messen will, gelegt werden, worauf man es selbst mit einer mittelst Pomade fest aufliegenden und durch eine Schraube niedergedrückten Glasplatte verschliesst. Ist dann der kubische Inhalt des zweiten Cylinders und des mit ihm verbundenen Gefässes bekannt, und kennt man aus der Länge der in der Glasröhre aufsteigenden Quecksilbersäule die Zusammendrückung des ganzen enthaltenen Luftvolumens und des durch einen im Gefässe liegenden Körper verminderten, so lässt sich hieraus das Volumen des letzteren finden, und zwar, wenn mehrere ungleich lange Drähte vorhanden sind, so oft, als die Quecksilberoberfläche einen derselben erreicht, wodurch die Messung multiplicirt und also zugleich genauer wird. Der Apparat ist allerdings sinnreich ausgedacht und dem Stereometer weit vorzuziehn, weil das eingeschlossene Quecksilber stets rein bleibt, statt dass der Schmutz desselben und das Rosten der Drähte beim Stereometer jede Messung unmöglich macht; allein Kopp bemerkt selbst, dass es bei solchen Körpern nicht anwendbar sey, welche Luft absorbiren. Diese aber sind es gerade, deren specifisches Gewicht man mittelst solcher Apparate auffinden will. Ausserdem liegt noch eine nicht ganz unbedeutende Fehlerquelle darin, dass eine Quantität Wasserdampf aus der nicht ganz trocknen Luft durch Verminderung des Raumes ausgeschieden wird, die sich nicht gut berechnen lässt.

Volumeter Hare's. IX. 2128.

Zus. **Volumeter** nennt Gay-Lussac die von ihm angebenen, aus einer cylindrischen, etwas Quecksilber enthaltenden Glasröhre bestehenden Aräometer, weil die Scalentheile, bis zu denen sie in verschiedenen Flüssigkeiten ein-

sinken, die Volumina derselben von gleichem Gewichte angeben.

Vorfenster. Nutzen derselben. S. **Heizung.** V. 160.

Vorlage. Vorstoss, beim Destilliren. II. 518.

Vorrücken der Nachtgleichen. Präcession, Nutation und Schiefe der Ekliptik. IX. 2129. unmittelbare Folgen der Präcession. 2130. Hülfsmittel für historische Forschungen. 2133. Bedeutung der Zeichen des Thierkreises. 2136. Erklärung der Präcession. 2140. Reduction der Sterne auf verschiedene Epochen. 2146. allgemeine Betrachtungen über Nachtgleichen und Schiefe der Ekliptik. 2154. Veränderlichkeit des Jahres. 2159. Störungen der Erdrotation; Nutation. 2172. Reduction der Gestirne wegen derselben. 2165. auf ihren mittleren Ort. 2169. Mondmasse und Erdabplattung, Veränderung der Schiefe der Ekliptik. 2170. älteste Bestimmungen. 2171. neuere Beobachtungen. 2175. Abnahme der Schiefe. 2176. theoretische Bestimmungen. 2177. Grenze dieser Abnahme. 2181. genaue Beobachtung der Schiefe der Ekliptik. 2184. zeigt sich ungleich im Winter und im Sommer. 2186. Einfluss der Schiefe der Ekliptik auf die Jahrszeiten. 2188. Erscheinungen für eine andere Schiefe der Ekliptik. 2190.

Vulcane. Feuerberge, feuerspeiende Berge. IX. 2194. eigentliche, erloschene. 2195. am Niederrhein und in der Auvergne. 2200. in Italien. 2203. in Asien. 2204. Zusammenhang der vulcanischen Ketten. 2205. thätige in Europa; Vesuv. 2207. Aetna. 2212. isländische. 2214. Asien und benachbarte Inseln. 2217. Africa und benachbarte Inseln. 2229. America und dessen Inseln. 2230. vulcanische Erscheinungen im Allgemeinen. 2238. Reihenvulcane und Centralvulcane. 2240. Entstehung neuer Berge; des Jorullo. 2248. Erhebungskrater. 2250. neu entstandene Inseln. 2250. die Sabrina. 2253. Einfluss auf Witterung. 2256. auf Erdbeben. 2257. der Sismograph. 2258. vulcanische Producte. 2259. Gase. 2260. Asche. 2262. Schlacken, Steine, Lava. 2265. Schlamm. 2270. Salzsäure. 2271. Salmiak. 2272. Schwefel. 2273. Theorie. 2274. Grösse und Tiefe der vulcanischen Herde. 2275. Hypothese vom Centralfeuer und von Schwefelkiesen. 2278. der Metalloide. 2280. CORDIER's Hypothese. 2284. sonstige. 2285. HERSCHEL's. 2289. BISCHOF's. 2291. Nachtrag zu Erdbeben. 2300. sie sind nicht durch Jahreszeiten bedingt. 2307. Zusammenhang mit Stürmen. 2311. mit dem Barometer. 2312. uneigentliche Vulcane; Schlammvulcane oder Salsen. 2321. zu Baku. 2325. Gasvulcane. 2328. leuchtende Gegenden. 2337. brennender Berg. 2339. brennende Steinkohlenlager. 2340. heisse Quellen. 2341.

Zus. Es sind seither theils neue Vulcane aufgefunden, theils die Erscheinungen näher untersucht worden. Da aber eine ziemlich befriedigende Uebersicht der bekannteren Vulcane

Digitized by Google

und der Theorieen ihres Verhaltens gegeben worden ist, die Aufgabe auch zunächst der Geologie angehört, so überhebe ich mich einer Zusammenstellung der weiter bekannt gewordenen Thatsachen und verweise auf die von Anderen, namentlich von v. LEONHARD[1] mitgetheilten. Folgendes dürfte indess von allgemeinerem Interesse seyn. ROSS[2] hat bei seiner Entdeckungsreise zwei Vulcane im fernsten Süden gesehen, den Erebus unter 77° 32′ s. B. und 167° ö. L. v. G. und daneben einen erloschenen, welchen er Terror nannte. Ausserdem entdeckten die durch ENDERBY in London ausgerüsteten Schiffe im Jahre 1839 eine Inselgruppe von 5 Inseln, deren mittelste unter 66° 44′ s. B. und 163° 11′ ö. L. v. G. liegt, die nicht bloss sämmtlich aus vulcanischen Gesteinen bestehen, namentlich der auf einer Insel befindliche, 12000 engl. Fuss hohe Kegelberg sondern von deren einer auch zwei Rauchsäulen aufstiegen, so dass diese Vulcane also noch jetzt thätig sind[3]. Eine Abhandlung über den Zusammenhang der vulcanischen Phänomene in Südamerica von CHARLES DARWIN[4] möge hier nur beiläufig erwähnt werden. Ausserdem lässt sich zu den Angaben über brennende Steinkohlenlager noch die Nachricht von dem grossen Brande des Steinkohlenflötzes bei Michalnowitz in Oberschlesien hinzufügen. Der Brand dehnt sich über eine grosse Strecke aus, und es ist noch kein Mittel aufgefunden worden, ihn zu löschen. Der jetzige ist erst neuerdings entstanden, doch deutet die Beschaffenheit der Steine auf einen schon früheren Brand[5].

Vulcane im Monde. S. **Mond.** VI. 2412.
Vulcanist und Plutonist. IV. 1267.

1 Geologie oder Naturgeschichte der Erde. 23. Abth. u. folgende.

2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XX. p. 141.

3 Journ. of the geograph. Soc. T. IX. p. 522.

4 Trans. of the Geol. Soc. at London. 1841. Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 484.

5 v. Leonhard u. Bronn neues Jahrbuch. 1844. Hft. V. S. 610.

W.

Waage. X. 1. allgemeines Princip und verschiedene Arten. 2. Krämerwaage. 3. Richtigkeit derselben. 4. Methode des feinen Wägens. 7. de Borda's Princip der doppelten Wägung. 9. 18. Feinheit. 12. Totalgewicht oder Tragkraft. 13. Messerschneide. 19. Ausschlag. 25. Schnellwaage. 30. dänische. 32. chinesische. 33. schwedische Schiffswaage. 34. Wägebrücken. 34. Bascülen. 35. Zeigerwaage. 38. Federwaage. 41. Senkwaage. 47. eigenthümlich construirte. 49. Kettenwaage. 50. Roberval's. 51. hydrostatische. I. 349. 387. und deren Gebrauch. IV. 1531. Coulomb's elektrische. II. 592. Becquerel's elektrische. S. **Multiplicator.**

Wachsöl. IX. 1704.

Wackler, Trevelyan's. Thermophon. X. 508. S. **Thermophon.**

Wärme. Wärmestoff. X. 52. Kältestoff giebt es nicht. 53. Wesen der Wärme. 54. 646 ff. statische und strahlende Wärme. IX. 1563. materielles Wärmeprincip. X. 57. Phlogiston. 58. Crawford's Theorie. 63. Rumford's. 68. Davy's. 71. Ampère's. 84. naturphilosophische. 87. Theorie eines Wärmeäthers. 91. Wesen desselben. 101. Vereinigung der Elektricitäten zur Wärme. 103. Wägbarkeit der Wärme. 104. Rumford's Versuche. 110. Pictet über das Aufsteigen der Wärme. 112. absoluter Nullpunct. 115. Ursprung der Wärme; durch Sonnenstrahlen. 127. IX. 599. Messung mit dem Aktinometer. X. 113. mit dem Heliothermometer. 132. Rumford's Versuche. 133. Einfluss der Sonnenhöhe. 135. der Medien. 137. der Farbe der Körper. 138. der Höhe über der Meeresfläche. 146. Herschel's Wärmespectrum. 156. IV. 80. isotherme Zonen. X. 166. Theorie der Erwärmung durch die Sonne. 168. Wärmestrahlung. 180. Aethrioskop. 182. Littrow's Problem. 189. Marcet's Versuche über den Wärmeunterschied in geringen Höhen. 195. Pouillet's Versuche über Sonnenwärme. 196. dessen Aktinometer. 206. Wärme des Mondlichts. 213. 1663. Wärme durch Compression und Reibung starrer Körper. 215. wissenschaftliche Versuche hierüber. 220. Theorie. 223. durch Compression tropfbarer Flüssigkeiten. 227. durch Absorption der Gase. I. 63. und Compression derselben. 126. III. 1048. X. 229. durch Gefrieren des Wassers. III. 119. Wärme durch Chemismus. X. 236. durch Verdichtung der Flüssigkeiten. 238. durch Verbrennen. 247. Selbstzünder. 248. Ursache der Entzündung. 256. Selbstentzündung der Menschen. 258. detonirende Substanzen. 263. Zündpulver, Percussionspulver. 265. Döbereiner's Platinsalmiak. 267. Eigentlicher Verbrennungsprocess. 270. Verhalten der Glühlämpchen. 277. 283. Temperatur bedingt das Verbrennen. 288. Streit zwischen Grotthuss und Davy. 289—296. Gebläse mit erhitzter Luft. 298. Feuerlöschung. 302. Schutzmittel gegen Verbrennen. 304. Wesenheit der Flamme. 306. deren Farbe. 314. indisches Weissfeuer. 316. erzeugte Wärmemenge. 320. durch Verbrennung der verschiedenen Combustibilien. 325. V. 142.

Digitized by Google

durch Menschen. 165. durch Lichter. 166. Aetiologie des Verbrennens. X. 332. mit Rücksicht auf die Explosionen. 339. Wärmeerzeugung durch den Lebensprocess. 344. der Vegetabilien. 345. der Thiere. 353. im Winterschlafe. 365. der Menschen. 366. 1151. Ertragung grosser Hitze und Kälte. 375. Quelle der animalischen Wärme. 380. durch Nerven bedingt. I. 428. in hohen Kältegraden. IX. 645. Wärmeerzeugung durch Elektricität. III. 922. IV. 68[illegible] V. 921. VI. 162. X. 396. Versuche von Riess. 402. Peltier's Versuch. 407. Theorie dieser Erscheinung. 410. Verhalten der Wärme. 417. Wärmestrahlung im Allgemeinen. 418. von Spiegeln. 419. Leslie's Würfel. 424. Einstrahlung und Ausstrahlung. 42[illegible] Gesetze des Erkaltens. 433. Versuche von Dulong und Petit. 440. Erkalten im Vacuum und Richmann's Gesetz. 445. Einfluss der Medien. 449. Bischof's Versuche. 460. Verhalten der verschiedenen Körper. 463. in ungleichen Medien. 474. Einfluss der Farbe. 47[illegible] Uebergang der Wärme aus einem Körper in den anderen. 483. Wärmeleitung in Beziehung auf Heizung. V. 147. Leidenfrost's Versuch. X. 486. 1048. Unverbrennlichkeit der Menschen. 498. Oscillationen des Wacklers, Wiegers oder Thermophons. 508. 5[illegible] geprüft von Forbes. 512. und Seebeck. 516. Fortpflanzung der Wärme; durch Flüssigkeiten. 519. in festen Körpern. 529. [illegible] Durchleitung der Wärme im Allgemeinen. 545. Contactthermometer. 545. nähere Untersuchung des Durchleitungsvermögens. 55[illegible] Bemühungen von Melloni und Forbes. 561. Einfluss der Oberfläche und Dicke auf die Diathermanie. 568. der Durchsichtigkeit und eigenthümlichen Beschaffenheit diathermaner Körper. 570. der Ungleichheit der Wärmequelle. 574. Refraction der Wärmestrahlen. 580. Diathermansie. 583. 599. Reflexion athermaner Körper. 5[illegible] Polarisation der Wärmestrahlen. VII. 870. X. 595. 616. 623. und doppelte Brechung. 603. Länge der Wärmewellen. 607. 614. Brechungsverhältnisse der ungleichen Wärmestrahlen. 615. Depolarisation derselben. 633. Einfluss der Rauhheit der Flächen. 638. Wesen der Wärme. 646. 653. Wärmeäther. 649. Interferenzen der Wärmestrahlen. 652. Wärmecapacität, specifische und relative Wärme. 666. Richmann'sches Gesetz. 668. Methode der Mischungen. 66[illegible] relative und specifische Wärme. 670. Eiscalorimeter. 673. Wassercalorimeter. 679. Methode der Abkühlung. 680. II. 19. Specifische Wärme der Gase. X. 683—764. Rumford's Methode, die Ausstrahlung der Wärme zu corrigiren. 692. 698. dessen Gesetz des Erkaltens. 695. Versuche von Delaroche und Berard. 685. Reduction der specifischen Wärme der Gase auf die des Wassers. 694. 7[illegible] Versuche von Haycraft. 647. von Gay-Lussac. 700. von Marcet und De la Rive. 702. von Dulong. 723. von Apjohn. 7[illegible] von Suermann. 745. allgemeines Gesetz der specifischen Wärmecapacitäten. 702. 761. sie wachsen mit der Temperatur. 760. Verhältniss der Atomgewichte zur specifischen Wärme. 763. specifische Wärme der Flüssigkeiten. 764—777. wächst mit den Temperat[illegible]

ren. 772. specifische Wärmecapacität fester Körper. 777—836. Versuche von Dulong und Petit. 780. deren Gesetz über das constante Verhältniss der Wärmecapacitäten und Atomgewichte. 781. 793. 805. 817. Versuche von Regnault. 782. Nachtrag dazu. 1162. Neumann's Versuche. 794. Versuche von Marcet und De la Rive. 800. specifische Wärme fester Körper wächst mit der Temperatur. 802. deren Verhältniss zu den Atomgewichten bei zusammengesetzten Körpern. 813. 817. Weber's Versuche. 822. Tabellen der specifischen Wärmecapacitäten. 823. Nachtrag über specifische Wärme. 1162. vermehrte Tabelle. 1168. Verhältniss der specifischen Wärme zu den Atomgewichten. 1175. specifische Wärme des Kohlenstoffs. 1177. latente Wärme. 836. erste Beobachtung derselben. 838. richtige Vorstellung von derselben. 843. wird auch bei andern Körpern als dem Eise wahrgenommen. 845. Entbindung derselben beim Gefrieren der Körper. 847. Erzeugung künstlicher Kälte. 853, Wirkungen der Alcarazzas. 865. Leslie's Verfahren. 868. Wollaston's Kryophorus. 877. Thilorier's feste Kohlensäure. 878. 1137. Wirkungen der Wärme; Ausdehnung. 880. I. 557. allgemeine Theorie derselben. X. 883. ist repulsives Princip. II. 130. vermindert die Cohäsion. 135. Ausdehnung fester Körper. X. 887. des Glases. 889. Zusammenziehung beim Schmelzen. 893. Ausdehnung der Legirungen. 897. Tabelle der Ausdehnungen. 897. ungleiche Ausdehnung der Krystalle. 899. Ausdehnung tropfbarer Flüssigkeiten; des Wassers. 902. Tabelle. 914. des Seewassers. 918. des Weingeists. 920. sonstiger Flüssigkeiten. 924. der Gase. 932. Schmelzen und Gefrieren. 938. Eisbildung. 941. Gefrieren der Salzsolutionen. 942. Eis. 949. Grundeis. 952. Gefrieren des Quecksilbers. 962. der Oele. 967. des Schwefeläthers. 968. des Schwefelkohlenstoffs. 969. Flüssigwerden der Gase. 969. Gestehn des Schwefels durch Hitze. 974. Blut des heiligen Januarius und Wetterparoskop. 979. Schmelzpuncte der Metallmischungen. 980. Wirkung der Zuschläge. 982. Wärmeentbindung durch Gestehen der Körper. 984. Behandlung des Platins. 987. Tabelle der Schmelzpuncte. 989. Dampfbildung. 996. Verdunstung. 997. des Eises. 1001. Sieden. 1004. beginnt mit dem Simmern (einem Geräusch der Gefässe). 1007. Kälte des Bodens der Gefässe mit siedendem Wasser. 1008. Bewegung der Wärme durch die Wandungen der Gefässe gehindert; Marienbad. 1009. Sieden der Salzsolutionen. 1015. Stossen vor dem Sieden. 1018. 1035. Hitze des Dampfes der Salzsolutionen. 1022. latente Wärme des Dampfes. II. 287. des Wasserdampfes. 287—291. 293—313. des Alkoholdampfes und sonstiger Dämpfe. 291—293. Dalton's Gesetz der Elasticitäten der Dämpfe. 54. X. 1025. 1046. 1055. Siedepunct gemischter Flüssigkeiten. 1027. Einfluss des Luftdrucks. 1039. Wasserhammer. 1042. 1046. und Franklin'sche Röhre. 1044. fette Oele sieden nicht. 1046. Erklärung des Leidenfrost'schen Versuchs. 1048. Tabelle der Siedepuncte. 1051. Elasticität des Wasserdampfes. 1055. grosse Ver-

Digitized by Google

suche der pariser Commission. 1056. Formeln zur Berechnung de Elasticität. 1062. EGEN's Untersuchungen. 1068. Gesetz der Elasticitäten unter und über dem Siedepuncte. 1077. Tabelle der Elasticitäten. 1081. Correction des Siedepunctes der Thermometer. 1 sonstige Untersuchungen über die Elasticität des Wasserdampfs 1082. PRECHTL's Messapparat. 1086. Elasticität des Alkoholdampfes und Schwefelkohlenstoffdampfes. 1089. des Quecksilberdampfs 1093. metallischer Dämpfe. 1098. Flüssigmachen der Gase. 1 1147. Dichtigkeit der Dämpfe. 1100. des Wasserdampfes. 11 sonstiger Dämpfe. 1107. des Quecksilberdampfes. 1109. 1113. Bestimmungen von DUMAS. 1110. des Ioddampfes. 1113. Tabelle d Dichtigkeiten expansibler Flüssigkeiten. 1116. Anwendung d Dampfes. 1117. Dampfmaschinen. 1118. Erfindung derselben. 11 Vorzug des höheren Drucks der Dämpfe. 1123. Zerspringen d Dampfkessel. 1125. Menge des Brennmaterials für Dampfbild 1135. Dampfkanonen. 1136. Dampfboote und Locomotive. 11 Digestoren. 1142. Gasbildung u. Unterschied der Gase u. Dämpfe. 11 chemische Wirkung der Wärme und Erzeugung des Lichts. 11 Einfluss auf das animalische Leben. 1150. auf Magnetismus u Elektricität. I. 162. VI. 836. X. 1152. Thermoelektricität. 11 ist Ursache der täglichen magnetischen Variationen. 1162. bewegendes Mittel. V. 1006. deren Abnahme in zunehmender über der Meeresfläche. III. 1008. V. 312. IX. 349.

Zus. Ueber die Wärmeerzeugung durch Sonnen ist eine gehaltvolle Abhandlung von FORBES[1] erschienen. Es wird darin der Wärmeverlust untersucht, welchen die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre erleiden, wobei Versuche mit dem Aktinometer zum Grunde liegen. Damit ist eine geschichtliche Uebersicht der früheren Untersuchungen über diese Aufgabe verbunden. MELLONI[2] hat seine Untersuchungen über die ungleiche Wärmekraft der verschiedenen Strahlen im Farbenspectrum fortgesetzt. Die Resultate weichen indess von den früher erhaltenen nicht so wesentlich ab, dass sie einer ausführlichen Mittheilung bedürften. Dagegen verdienen die im Werke übergangenen älteren Versuche von ERMAN[3] über die erwärmende Kraft der polarisirten Lichtstrahlen hier noch nachträglich erwähnt zu werden. Der gebrauchte Apparat glich dem von BERARD angewandten. Die polarisi

1 Philos. Trans. for 1842. p. 225.

2 Compt. rend. T. XV. p. 554. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. Compt. rend. T. XVIII. N. 2. p. 39. Poggendorff Ann. Bd. LXII. S.

3 Berliner Denkschriften 1818. S. 404.

len Platten hielten 30 Quadratzoll; an die obere, um die Axe les polarisirten Lichtes drehbare Platte wurde ein Luftthermometer gelegt, bestehend aus zwei dünnen Glasscheiben von 3 L. Durchmesser, in einen Ring von 1 Lin. Höhe gefasst und nit einem Rohre versehen, worin ein Tropfen gefärbten Weingeists die Ausdehnung der Luft zu zeigen diente. Das polaisirte Licht wurde in einem metallenen Hohlspiegel aufgefanen, in dessen Brennpuncte ein feines Luftthermometer befestigt orden war. In Uebereinstimmung mit BERARD's Resultaten gaen die Lichtstrahlen weit mehr Wärme, wenn die Spiegel paallel waren, als wenn der obere mit dem unteren einen Winel von 90° bildete. Um zugleich die Wirkung des Kerzenchtes und der dunkeln Wärmestrahlen zu prüfen, bediente sich RMAN einer Argand'schen Lampe im Brennpuncte eines grossen ad gut gearbeiteten Hohlspiegels, indem die Flamme für die ınklen Strahlen mit einem metallenen, statt eines gläsernen, chirme umgeben war; zuweilen aber wurde das plane Luftermometer den im gehörigen Polarisationswinkel reflectirten Värmestrahlen unmittelbar ausgesetzt. Als Resultat dieser Verıche geht hervor, dass die unpolarisirten Strahlen sowohl der ınne als auch des Kerzenlichtes und der dunklen Wärme el stärker erwärmen, als die polarisirten, dass aber die zweite larisirende Glasscheibe nicht mehr erwärmt wird, sie mag die larisirten Strahlen reflectiren oder nach MALUS verschlucken. Nach Versuchen mit dem Aktinometer fand HERSCHEL[1] die rahlung der Sonne auf dem Cap der guten Hoffnung 48°,75 d in Europa 29°,5.

Die oben (Bd. X. S. 246) erwähnten Untersuchungen von ss über Wärmeentbindung durch chemische Verbindungen dieser fleissige Gelehrte fortgesetzt und in einer fortlaufen- ı Reihe von Abhandlungen bekannt gemacht[2]. Die späteren rsuche über die durch Verbindung der Schwefelsäure mit ısser entwickelte Wärme gaben von den früheren etwas abichende Grössen. Es waren nämlich:

Edinburgh New Phil. Journ. N. XLIV. p. 382.

Bullet. scient. de l'Acad. de St. Petersb. T. VIII. Compt. rend. p. 761. Ann. de Chim. et Phys. T. LXXV. 3me Sér. T. IV. ndorff Ann. Bd. LII. S. 97. Bd. LIII. S. 535. Bd. LVI. S. 463. 593.

Digitized by Google

Auf 1 A. wasserf.

S. entwickelt	gefunden	berechnet
$\dot{H}^6 \dddot{S}$ . . .	46,94 . .	46,55
$\dot{H}^3 \dddot{S}$ . . .	94,18 . .	93,10
$\dot{H}^2 \dddot{S}$ . . .	134,20 . .	139,65
$\dot{H}^1 \dddot{S}$ . . .	229,41 . .	232,75

Die nämliche Aufgabe, nämlich die durch Verbindung d… Schwefelsäure mit Wasser entbundene Wärmemenge zu bestim… men, hat auch GRAHAM[1] zu lösen versucht, jedoch weichen … erhaltenen Resultate nicht unbedeutend von den mitgethei… ab, und eben dieses ist der Fall bei denen, welche ABRIA[2] … einer grossen Reihe von Versuchen erhielt, in denen er b… Flüssigkeiten, in Gefässe eingeschlossen, durch Umdrehung … selben unter Wasser vereinigte und die Wärmezunahme … letzteren mass. Hiernach waren die Wärmemengen, w… durch 1 Gramm Schwefelsäure verbunden mit 1; 2; 3; 4… Atomen Wasser entwickelt wurden, $=64^0,25$; $94^0,69$; 11… $124^0,43$; $131^0,6$. Hieraus schliesst er, dass, wenn … Wärmemenge, die durch 1 Atom Wasser entwickelt … derjenigen vergleicht, welche durch das vorhergehende … worden ist, die Verhältnisse für das 3te; 4te; 5te; … von den Zahlen $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{3}$ abweichen.

Weitere Versuche von HESS über die Wärme-Entwick… durch Verbindung der Salpetersäure mit Wasser ergaben, … die Salpetersäure $\dot{H}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{N}}$ mit einem Ueberschuss von Wasser … rade so viel Wärme entwickelt, als Schwefelsäure $\dot{H}\dddot{S}$, … sind die streng erforderlichen Wassermengen verschieden … bei der Salpetersäure das zweite Atom Wasser nur ein … valent Wärme entwickelt, das dritte eins, das vierte, fünf… sechste nur jedes ein halbes, das siebente und achte ein … Die in vieler Hinsicht schwierigen Messungen ergaben:

Verbindungen	gefunden	berechnet
$\dot{H}^8\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{N}}$ . .	37,78 . .	38,85
$\dot{H}^6\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{N}}$ . .	56,88 . .	58,27

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. VIII.
2 Ebend. T. XII. p. 167.

Verbindungen	gefunden	berechnet
$\dot{H}^5\overset{.....}{N}$ . .	73,20 . .	77,68
$\dot{H}^3\overset{.....}{N}$ . .	114,20 . .	116,55
$\dot{H}^2\overset{.....}{N}$ . .	158,00 . .	155,40
$\dot{H}^1\overset{.....}{N}$ . .	193,80 . .	194,25

Unter den vielen in der reichhaltigen Abhandlung enthaltenen wichtigen Resultaten hebe ich noch das durch Versuche gefundene heraus, dass ein zusammengesetzter Brennstoff allezeit weniger Wärme entwickelt, als seine Bestandtheile einzeln genommen. Werden ferner zwei Lösungen neutraler Salze, die gleiche Temperaturen haben, vereinigt, und bilden sie dann zwei neue Verbindungen, so ändert sich ihre Temperatur nicht oder die Aenderung ist unmerklich, wonach also neutrale, zusammengemengte Lösungen thermoneutral sind.

Ein werthvolles Gegenstück zu den eben mitgetheilten Versuchen liefern die von THOMAS ANDREWS[1] angestellten, die sich zunächst auf die Wärme beziehen, welche durch Verbindung von Säuren mit Basen frei wird. Um hierbei sichere Resultate zu erhalten, nahm er von beiden sehr verdünnte Lösungen und wandte alle mögliche Vorsichtsmassregeln an, um Fehler zu vermeiden. Die Ergebnisse, um sie kurz zusammenzufassen, sind folgende: 1) Die Menge der durch Verbindung von Säuren mit Basen erzeugten Wärme hängt von der Basis und nicht von der Säure ab, weil die nämliche Basis mit einem Aequivalent der verschiedenen Säuren verbunden fast gleiche Wärme liefert. 2) Wenn sich ein neutrales Salz mit einem oder mehreren Aequivalenten Säure verbindet, so wird keine Wärme weder frei noch gebunden. 3) Bei der Verbindung eines oder mehrerer Aequivalente einer Basis mit einem neutralen Salze wird Wärme frei. Die erwähnten Versuche von HESS beziehen sich hauptsächlich auf die Verbindung von Säuren mit Wasser, er hat aber auch einige über die Verbindung von Säuren mit neutralen Salzen hinzugefügt, und eine durch ANDREWS angestellte Vergleichung der erhaltenen Grössen mit den durch ihn selbst gefundenen zeigt sehr genaue Uebereinstimmung beider. ANDREWS[2] hat seine Versuche später fortgesetzt und dadurch noch folgendes

1 Transact. of the Irish Soc. T. XIX. P. II. Poggendorff Ann. LIV. S. 208.

2 Phil. Trans. 1844. P. I. p. 21.

Digitized by Google

Gesetz gefunden: 4) Wenn eine Basis irgend eine andere aus der neutralen Verbindung verdrängt, so ist die gebundene oder frei gewordene Wärme bei der nämlichen Basis stets gleich, die Säure sey, welche sie wolle. Auch THOMAS GRAHAM[1] hat eine grosse Reihe von Versuchen über Entbindung und Bindung von Wärme durch Vereinigung von Salzen, Säuren, Basen und Wasser angestellt, ohne jedoch daraus kurz zu fassende allgemeine Gesetze zu entwickeln.

In Beziehung auf die Entzündung des Knallgases durch Platinschwamm (Bd. X. S. 267) hat SCHÖNBEIN[2] aufgefunden, dass dieser in Knallgas, und dünnes Platinblech in Aetherdampf nicht erglühn, wenn sie auch nur einen Augenblick in eine Atmosphäre von Schwefel-, Selen-, Phosphor-, Arsen-, Antimon- oder Tellur-Wasserstoffgas getaucht werden. Die Ursache findet er in einem Ueberzuge der mit dem Wasserstoffgas verbundenen Substanzen, der sich über dem Platin bildet und

DULONG'S[3] Versuche über den Ursprung der animalischen Wärme sind bereits (Bd. X. S. 394) erwähnt worden, JOHN DAVY[4] aber hat seine Beobachtungen (Bd. X. S. 36) neuerdings noch vervollständigt, wovon ich Folgendes hier nachträglich erwähne. Von der Eigenwärme der Fische überzeugte er sich durch Versuche an einem Pelamys Sarda, welcher im Meer von Messina gefangen, mit Rücksicht auf das kältere Wasser in der Tiefe wohl eine Temperatur von 6°,6 C. über die der Umgebung haben mochte. Beobachtungen an sehr alten Personen, welche leicht die Empfindung der Kälte haben, ergaben, dass die Wärme ihrer inneren Theile, z. B. unter der Zunge, vielmehr grösser ist; denn die mittlere Wärme zu 36°,67 C. angenommen, war sie bei einem 91 Jahr alten Manne im Juni 37°,49, im October 36°,94. Ein anderer 88 Jahre alter Mann zeigte im Juni gleichfalls 37°,49, im Februar aber, als die äussere Kälte von 0° C. bei Schneewetter unangenehm auf ihn einwirkte, zeigte er nur 35°,56. Seine Frau, 76 Jahre alt, zeigte im Juni 36°, im October 36,67, im Februar aber bei vermehrtem Pulse 37. Ein gesunder Mann von 95 Jahren zeigte im October 36, ein anderer, 89 Jahre alt und so weit bei Kräften, das

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 161. T. XXIV. p. 401.

2 Bericht über die Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. N. VI. S.

3 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. I. p. 440.

4 Philos. Trans. 1844. P. I. Edinb. New Philos. Journ. N. LXXIV. p.

zur Kirche gehen konnte, zeigte im October 36°,67, im Februar aber, gleich nach dem Essen, 37°,49. Aus dem einen dieser Beispiele scheint hervorzugehn, dass sehr alte Personen, wie Kinder, den äussern Einwirkungen nicht vollkommen widerstehn, denn auch zu Ceylon betrug die Wärme eines wohl 100 Jahre alten Mannes in dünner Kleidung und bei 22°,23 äusserer Temperatur nicht mehr als 35°,0, die eines 12jährigen Knaben aber 36°,67. Einen Einfluss der äusseren Temperatur auf die Wärme der Menschen hatte er schon früher beobachtet, und neuere Versuche bestätigten dieses. In einer Fabrik, wo die Temperatur durch Luft und Dampf auf 33°,34 C. gehalten wurde, betrug die Wärme unter der Zunge bei einem Manne nach 6 Stunden Arbeit 38°,0; bei einem anderen 37°,78; bei einer jungen Frau in einem Zimmer von 22°,78 Br. betrug die Wärme 37°,22; bei einer anderen in einem Zimmer von 15°,56 aber nur 36°,38. Bei einem und demselben Individuum von mittlerem Alter und guter Gesundheit, welches zu verschiedenen Zeiten zu Constantinopel beobachtet wurde, variirte die Wärme nach der äusseren Temperatur, die von −0°,55 bis 34°,45 sich veränderte, zwischen 36°,11 und 37°,5. Eigens angestellte Versuche über den Einfluss der Bewegung ergaben, dass zwar durch letztere die Extremitäten wärmer werden und die Hitze sich mehr nach aussen verbreitet, die innere Wärme aber, unter der Zunge gemessen, keine Veränderung erleidet.

Zu dem, was über den Winterschlaf der Thiere (Bd. X. S. 365) gesagt worden ist, kann Folgendes hinzugesetzt werden. P. Lorlet[1] stellte im Winter von 1843 auf 1844 Versuche mit der Haselmaus (Myoxus Muscardinus) an, deren Schlaf dem der übrigen Schläfer nicht vollkommen gleicht und mehr ein lethargischer Zustand zu seyn scheint, aus dem das Thier bei verschiedenen Temperaturen erwacht, um wieder in denselben zurückzufallen. Das beobachtete Exemplar schlief am 8. Nov. bei 15° C. ein; seine Temperatur, durch ein unter den Bauch des gekrümmten Thiers eingeschobenes Thermometer gemessen, sank auf 14°,8; es erwachte durch Erwärmen wieder und zeigte 26°,5, schlief aber sofort wieder ein, erwachte von selbst am 10. Nov., zeigte 35°,1 Wärme und schlief bald

1 Observations sur le sommeil léthargique du Muscardin. Aus n. de la Soc. R. d'agriculture, hist. nat. etc. de Lyon. 1844.

wieder ein. Aus dem bis zum letzten April geführten Tagebu-
che gehen folgende wesentlichste Resultate hervor. Die längsten
Perioden des Schlafs waren:

Dauer des Schlafs	Temperatur der Luft	Temperatur des Thieres
29 Nov. bis 6 Dec.	11°,9	12,2
10 Dec. — 15 Dec.	12,3	11,9
17 Dec. — 24 Dec.	11,9	10,9
10 Jan. — 15 Jan.	7,3	7,0
17 Jan. — 6 Febr.	8,4	8,5

Die längsten Perioden des Wachens waren:

Dauer des Wachens	Temperatur der Luft	Temperatur des Thieres
7 bis 9 Jan.	11,6	32,0
15 — 27 Febr.	7,5	30,2
16 — 27 März	9,0	35,0

Das Gewicht des Thiers variirte zwischen 20,6 und 16,6 Gramm, das Gewicht der Nahrungsmittel, die es mit einem Male zu sich nahm, betrug 1,5 bis 1,7 Gramm, und sein dadurch vermehrtes Gewicht nahm dann während des Schlafes allmälig wieder ab; die Respiration nahm beim beginnenden Schlaf mit der Wärme sogleich ab, und wurde desto seltener, je tiefer seine Wärme herabging. Eine ausführliche Untersuchung der animalischen Wärme und ihres Ursprungs hat Joh. Müller[1] geliefert, worauf ich verweise.

In Beziehung auf die Wärmeerzeugung durch den elektrischen Strom verdient bemerkt zu werden, dass Wartmann[2] aus einer Reihe von Versuchen die Folgerung ableitet, die Elektricität erzeuge nur dann Wärme, wenn sie Widerstand der Leitung findet. Allerdings war es auffallend, dass er starke Flaschenschläge durch eine Thermosäule leitete, ohne dass der mit letzterer verbundene Multiplicator die mindesten Spuren einer stattgefundenen Erwärmung zeigte. Dennoch aber dürften diese Resultate nicht im Stande seyn, den Satz, dass der elektrische Strom stets Wärme erzeuge, umzustossen, denn bei

1 Handbuch der Physiologie. Bd. II.

2 Bulletin de la Soc. Roy. de Brux. T. X. p. 72. Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. 151. p. 254.

vollkommenen Leitung der Thermosäule und nicht sehr grossen Empfindlichkeit des Galvanometers konnte die Nadel des letzteren allerdings keine Ablenkung zeigen, ohne dass sich dennoch hierauf ein entscheidender Beweis gründen liesse. Dieses ist um so wahrscheinlicher, da die gewählte Methode mit derjenigen zusammenfällt, mittelst welcher POGGENDORFF den Peltier'schen Versuch (Bd. X. S. 407) zu wiederholen angegeben hat. Man verbinde den einen Pol einer guten Thermosäule (einer einfachen) dauernd zugleich mit einer Volta'schen Kette und einem Galvanometer. Setzt man den andern Pol auch nur auf einen Moment mit der Volta'schen Kette in Berührung, und dann im nächsten mit dem Galvanometer, so weicht die Nadel bedeutend ab, und zwar im gleichen Sinne, wie sie durch jene Kette abgelenkt werden würde, welche Lage die Thermosäule auch haben mag. Hiernach muss also die Thermokette jedesmal ihre Temperatur durch den elektrischen Strom ändern, die Gleichheit der Richtung der Abweichung erklärt sich aber leicht daraus, dass die Richtung des Stromes die Erzeugung der Wärme oder Kälte in der Thermosäule bedingt, die Umkehrung des Stromes also das Verhalten der Thermosäule, dieses aber zugleich die Ablenkung der Nadel umkehrt.

Neuerdings hat EDMUND BECQUEREL durch eine Reihe vorzüglich genauer Versuche die Wärme zu bestimmen gesucht, welche durch den hydroelektrischen Strom in Metalldrähten und Flüssigkeiten entwickelt wird, und da die Resultate nicht bloss zu einem bestimmten Gesetze führen, sondern auch die Ermittelung anderweitiger Bestimmungen über das gegenseitige Verhalten der Wärme und Elektricität in Aussicht stellen, so verdient der wesentliche Inhalt hier kurz mitgetheilt zu werden. Er bediente sich hierzu einer aus der Zeichnung leicht zu erkennenden Vorrichtung. Auf einem Brete X Y von 1 Quadrat- Fig.
meter Fläche sind die kleinen, mit Quecksilber gefüllten, höl- 54.
zernen Becher a, a′, a″.... aufgeleimt; V ist ein Voltameter, in welchem die Platinbleche durch einen dünnen Streifen Carton getrennt, bei m aber durch Mastix vereint sind. Das Calorimeter C besteht aus einem Gefässe von dünnem Kupferblech, einem Würfel von 2,5 Centim. Seite, dessen Deckel eine Tubulatur enthält, um ein empfindliches Thermometer aufzunehmen; es ruht auf 4 hölzernen Füssen und hat eine in seiner Mitte aufgehangene, schraubenförmig gewundene, dünne Glas-

röhre, um welche der Rheophor gewunden ist, dessen Enden isolirt durch die Oeffnungen c, c' gehen und bei d, d' in die Quecksilbernäpfchen tauchen. Das Ganze ist in ein Gehäuse von Carton b b' b'' b''' eingeschlossen, aus welchem der Stiel des Thermometers herausragt, und daneben steht ein zweites Gehäuse E F, welches ein ähnliches Gefäss G umgiebt, mit einem Thermometer zum Messen der äusseren Temperatur. Wesentlich ist, das Gefäss C inwendig mit Gummilackfirniss zu überziehn und dafür Sorge zu tragen, dass die innere schraubenförmige Windung die Wandungen nicht berühre und dass überhaupt keine metallische Berührung zwischen dem Rheophor und dem Gefässe stattfinde. Der Lauf des elektrischen Stroms ist für sich klar, zu bemerken aber, dass Becquerel sich einer Säule von constanter Wirkung bediente, wie er sie an einem andern Orte[1] schon früher beschrieben hat. Zum Messen der Elektricität diente das Volumen des im Galvanometer aus gesäuertem Wasser entwickelten Knallgases auf 0^0 C. Temperatur und auf 0,76 Met. Barometerstand reducirt.

Um die erzeugte Wärme zu messen, bediente er sich der Methode der Abkühlung (Bd. X. S. 680 u. 800). Wurde demnach das Gefäss C nebst Thermometer, schraubenförmiger Windung der Glasröhre und dem umwundenen Drahte nach ihrer specifischen Wärmecapacität auf Wasser reducirt und zur Masse des Wassers addirt, so gab die Summe das erwärmte Volumen Wasser = M, die durch den elektrischen Strom Wärme erhielt und gleichzeitig ausstrahlte. Der Versuch wurde so lange fortgesetzt, bis beide, die erzeugte und die ausgestrahlte Wärme, ins Gleichgewicht kamen und also die Temperatur sich nicht mehr änderte. Heisst dann a diese Temperatur des Stillstandes und b diejenige, welche das Thermometer in C nach einer Zeit t, wozu man gewöhnlich 10—15 Minuten zu wählen pflegt, angenommen hat, so ist für die Temperatur C der Umgebung nach dem Newton'schen Gesetz des Erkaltens

$$b - c = (a - c) \, . \, \mu^{-t},$$

mithin, wenn man log . $\mu = m$ setzt,

$$m = \frac{1}{t} \log . \frac{a - c}{b - c},$$

und da m (a — c) die Geschwindigkeit der Abkühlung im be-

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. III. p. 436.

fange bezeichnet, wird diese Geschwindigkeit überhaupt

$$V = (a - c) \frac{1}{t} \log . \frac{a - c}{b - c}.$$

Setzt man der Kürze wegen $a - c = A$ und $b - c = T$, bezeichnet ferner E den Modulus der gemeinen Logarithmen, so ist

$$V = A \frac{1}{t} \frac{\log . A - \log . T}{\log . E},$$

und für die gegebene Wassermenge $= M$ ist

$$M V = M A \frac{1}{t} \frac{\log . A - \log . T}{\log . E}$$

die Menge der Wärme, welche die Elektricität in einer Minute durch den Rheophor dem Wasser mittheilt.

Becquerel bediente sich noch folgender Formel. Es sey $t' =$ der Zeit, binnen welcher das Thermometer von der Temperatur a' zur Temperatur a'' steigt, so ist

$$\frac{M(a'' - a')}{t'} + \text{Verlust durch Abkühlung}$$

die Wärme, welche der Rheophor binnen einer Minute erzeugt. Sind a'' und a' wenig verschieden von einander und um mehrere Grade verschieden von c, so lässt sich $\frac{a' + a''}{2}$ als das Mittel annehmen, und man erhält

$$M \left\{ \frac{(a'' - a')}{t'} + \left[\frac{(a' + a'')}{2} - c \right] \frac{1}{t} \frac{\log . A - \log . T}{\log . E} \right\}.$$

Um an einem Beispiele die Methode und die Berechnung der Versuche zu zeigen, diene Folgendes. Es war der Rheophor 0,422 Gramm an Gewicht, 44 Centimeter lang und nahe von 0,23 Millim. Durchmesser. Das Wasser im Calorimeter wog 10 Gramm, die äussere Temperatur war $12^0,5$ C. Der Strom aus einer Säule von 6 Elementen begann um $12^h\ 5'$ und wurde um $2^h\ 4'$ unterbrochen. Die Temperaturen waren:

$$2^h\ 4' = 17^0,20$$
$$2\ \ 10 = 16,35$$
$$2\ \ 16 = 15,64,$$

mithin der Ueberschuss über die umgebende Temperatur von $12^0,5$ für 0 Min. $= 4^0,7$; für 6 Min. $= 4^0,25$ und für 12 Min. $= 3^0,14$. Diese Werthe geben nach der Formel $m = 0,034$. Um die Grösse M zu erhalten, ist

Wasser des Calorimeters	10,000	Gramm
das Calorimeter auf Wasser reducirt	1,966	—
das Thermometer	0,550	—
die Spirale von Glas	0,0367	—
der Platindraht	0,0137	—
	M = 12,566	Gramm,

also ist die Menge der in einer Minute entwickelten Wärme

$$M(17^0{,}2 - 12^0{,}5)\,m = 2{,}18532,$$

das heisst so gross, um 2,18532 Gramm Wasser 1° C. steigen zu machen. Um diese Grösse mit der durch den Strom erzeugten Gasmenge zu vergleichen, war diese auf 0° Temperatur und 0,76 Met. Barometerstand reducirt = 33,83 Volumina, also 3,383 Kub. Centimeter. Also ein Strom, welcher 3,383 Kub. Centimeter Gas erzeugt, vermag 2,18532 Gramm Wasser um 1° C. Wärme zu erhöhen.

Durch die Anwendung mehrerer Elemente der Säule ergab sich, dass die Quantitäten der entwickelten Wärme sich wie die Quadrate der erhaltenen Gasmengen verhalten, denn wenn man die Wärmemengen durch die Quadrate der Gasmengen dividirt, so erhält man eine constante Zahl, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

Vers.	Wärmemengen	Werth von m	Gasmengen	Wärmem. :(Gasmengen)^2
1	2,18523	0,0340	3,383	0,1909
2	9,4970	0,0360	7,036	0,1918
3	10,5489	0,0414	7,871	0,1703
4	4,43748	0,0380	4,854	0,1883
5	3,2044	0,0400	4,098	0,1909

Dieses Resultat ergab sich auch aus einer andern Versuchsreihe, in welcher als Rheophor ein Kupferdraht von 0,936 Met. Länge, 1,392 Gr. Gewicht und nahe 0,45 Millim. Durchmesser diente, wie folgende Uebersicht zeigt.

Digitized by Google

Vers.	Wärme-mengen	Werth von m	Gasmengen	$\frac{\text{Wärmem.}}{(\text{Gasmengen})^2}$.
1	0,4227	0,042	3,916	0,0275
2	0,9978	0,038	5,013	0,0382
3	1,4257	0,031	6,112	0,0397
4	5,40213	0,0339	12,521	0,0345
5	3,138	0,0352	10,283	0,0295
6	24,91164	0,0523	16,686	0,0349

Zu einer dritten Versuchsreihe diente ein gleichfalls um die schraubenförmige Glasröhre gewundener Rheophor aus feinem Platindraht von 0,85 Met. Länge, 0,06 Gramm Gewicht und etwa 0,1 Millim. Durchmesser.

Vers.	Wärme-mengen	Werth von m	Gasmengen	$\frac{\text{Wärmem.}}{(\text{Gasmengen})^2}$.
1	2,38664	0,0378	0,808	3,657
2	6,3377	0,0352	1,354	3,457
3	1,27942	0,0469	0,702	2,602
4	7,52936	0,0451	1,624	2,855

Sofern die erhaltenen Gasmengen den Quantitäten der durchströmenden Elektricität direct proportional sind, so ersieht man aus diesen drei Tabellen, dass die Mengen der entwickelten Wärme den Quadraten der durchströmenden Elektricität proportional sind, die Elektrode sey ein guter oder ein schlechter Leiter der Elektricität; aus einer Vergleichung der drei Resultate unter einander ergiebt sich aber ferner, dass die Quantität der entwickelten Wärme für gleiche Mengen durchströmender Elektricität von der grösseren oder geringeren Leitungsfähigkeit der Elektroden oder von der Grösse des Widerstandes, welchen der elektrische Strom findet, abhängt, und zwar in der Art, dass die schlechtere Leitung oder der grössere Widerstand die grössere Menge der Wärme giebt. Aus den mittleren Werthen der in der 5. Columne enthaltenen Grössen erhält man nämlich:

1) Elektrode von Platin, 0,23 Millim. Durchm. 0,1864.
2) Elektrode von Kupfer 0,45 Millim. Durchm. 0,0340.
3) Elektrode von Platin 0,1 Millim. Durchm. 3,143.

In Beziehung auf den Einfluss des Widerstandes ergaben die

Digitized by Google

Versuche, dass für Elektroden aus dem nämlichen Metalle, wenn alle übrigen Bedingungen gleich sind, die Erhöhung der Temperatur sich umgekehrt wie die vierte Potenz des Durchmessers verhält.

Becquerel unternahm zugleich, die durch den elektrischen Strom in Flüssigkeiten erregte Wärme zu messen, worüber sehr wenige Resultate bekannt sind und wobei zugleich die chemischen Actionen sehr bedeutende Schwierigkeiten in den Weg legen. Als Apparat diente der oben beschriebene, mit
Fig. 55. der Abänderung, dass er in den Kasten b b′ b″ b‴ statt des kupfernen Gefässes C ein anderes einsetzte. Dieses bestand aus einem Becher von dünnem Platin, welcher ungefähr 2 Gramm Wasser fasste. Durch die Tubulatur B des Deckels wird ein empfindliches Thermometer T herabgesenkt, durch die beiden engen Glasröhren t, t′ aber gehn Metalldrähte, an denen die Blechstreifen L, L′ hängen. Um den Becher ist ein Metalldraht f f′ geschlungen, dessen Ende d in das Quecksilbernäpfchen a'''' gesenkt wird, das andere in a''''', so dass der elektrische Strom vom einen Pole durch den Becher und dessen Flüssigkeit zu den Elektroden L, L′ und dann durch das Ende d′ zum entgegengesetzten Pole gelangt. Nach dieser Vorrichtung steigen die entwickelten Gase durch die Flüssigkeit auf und theilen dieser ihre Wärme mit; allein um den Wärmeverluste durch Gasification zu entgehn, wählte Becquerel den einfacheren Weg, indem er den Becher statt mit Wasser mit der Auflösung eines Metallsalzes füllte und die Elektroden so wählte, dass das Metall an ihnen reducirt wurde, indem er das Ende d (oder vielmehr beide durch die Röhrchen t und t′ geleitete Elektroden) mit dem negativen, das Ende d′ mit dem positiven Pole der Säule verband. Fände hierbei Wärmeerzeugung durch Chemismus statt, so müssten sich, meint er, die entgegengesetzten Wirkungen am Becher und an den Elektroden compensiren.

Bei einer Reihe von Versuchen waren im Becher vorhanden 4 Gramm krystallisirtes schwefelsaures Kupfer in 24 Gr. destillirten Wassers gelöst. Diese Masse nebst dem Becher, dem Thermometer und dem Rheophore, alles auf Wasser reducirt, betrug im Ganzen $M = 25{,}412$ Gramm. Die Berechnung der erhaltenen Resultate auf die oben angegebene Weise gab die folgende Grössen:

Vers.	Wärme-mengen	Werth von m	Gasmengen	Wärmem. :(Gasmengen)²
1	0,8642	0,0177	2,0007	0,2158
2	3,0271	0,0177	3,705	0,2205
3	6,1176	0,0177	5,487	0,2032

)as Mittel der in der letzten Columne erhaltenen Grössen giebt lso für 0,21316 entwickelte Wärme 1 Kubikcentimeter Gas ı 1 Minute entwickelt. Bei einer zweiten Versuchsreihe betanden die Elektroden L, L′ aus Zink, und im Becher befanen sich 4 Gr. schwefelsaures Zink in 20 Gr. Wasser gelöst. lier war M = 22,968, und es wurden folgende Grössen geınden:

Vers.	Wärme-mengen	Werth von m	Gasmengen	Wärmem. :(Gasmengen)²
1	0,65275	0,022	1,234	0,4280
2	5,1908	0,022	4,143	0,3024
3	17,9610	0,022	7,504	0,3190
4	30,4326	0,022	8,5827	0,4123

ıuch durch diese und andere ähnliche Versuche wurde also der atz bestätigt, dass die Menge der entwickelten Wärıe sich wie die Quadrate der entwickelten Gasıengen oder, was einerlei ist, wie die Quantität der n gleicher Zeit durch die Elektrode strömenden lektricität verhält. Durch Prüfung des Widerstandes, elchen die beiden Flüssigkeiten dem elektrischen Strome ntgegensetzen, nach einem von Becquerel hierfür gewählten erfahren, ergab sich dann ferner, dass die entwickelte Wärme em Widerstande gegen die elektrische Leitung direct oder em Leitungsvermögen der Flüssigkeiten umgekehrt proportioal ist, wonach also für diesen eigenthümlichen Fall, wenn eine Gasentwickelung stattfindet, sondern bloss metallische eduction am negativen und Auflösung am positiven Pole, hinchtlich des Leitungsvermögens, so wie der Wärme- und Gasıtwickelung, die nämlichen Gesetze stattfinden, die für meıllische Leiter aufgefunden wurden.

Es blieb noch übrig, den schwereren Fall zu untersuchen, enn Gasentwickelung statt fand, zu welchem Ende die Elek-

Digitized by Google

troden L, L′ aus Platin bestehn mussten, während das Gefä Wasser etwas Säure mit enthielt, um es besser leitend zu ma- chen. Zwei hierbei zu berücksichtigende Bedingungen hat zum Glück keinen messbaren Einfluss, zuerst die Verminderu der Wassermasse im Gefässe durch Zersetzung, und zweite die Wärmemenge, welche die gebildeten Gase mit fortführ Die erste Grösse schätzt BECQUEREL auf 0,00004 und di zweite ist wohl nicht bedeutender, weil bei weitem die grö Menge der Wärme beim Durchströmen der Gase durch das ge säuerte Wasser an dieses abgegeben wird. Die erste Grö liesse sich berechnen, sofern man die Quantität der im Volt meter erzeugten Gase kennt, die der im Gefässe entbund gleich ist und daher die Menge des zerlegten Wassers gi allein es ist unnöthig, dieses zu berücksichtigen. Die Resul tate der Versuche sind in nachfolgender Tabelle zusammenge- stellt:

Flüssigkeiten	Wärme-zunahme	Entwickelte Wärme	Gasmenge Kub. E.	Wärmeme : Gasme
Gesäuertes Wasser	5°,25	2,44405	1,039	2,3[illegible]
mit $\frac{2}{25}$ Säure . .	12 ,75	7,58726	2,039	3,7[illegible]
	5 ,35	2,54228	1,352	1,88
stärker gesäuert .	1 ,10	4,64574	2,095	2,217
	3 ,41	10,317	3,719	2,774
	0 ,43	1,1943	0,334	3,5557
wenig leitend . .	1 ,70	4,4271	1,38	3,2080
	3 ,50	9,0715	2,475	3,6693
desgleichen . . .	0 ,95	2,1396	0,923	2,3181
	6 ,16	8,6596	2,666	2,2[illegible]

Es lag sehr nahe, das Verhältniss der erzeugten Wärme z derjenigen, welche durch Verbrennung des gleichzeitig gebildet Knallgases erhalten worden seyn würde, aufzusuchen, da aber di Wärmeentbindung zugleich vom Widerstande abhängt, so wu hierdurch die Aufgabe schwieriger. Inzwischen ging aus de Resultaten im Allgemeinen hervor, dass bei der Zerlegung d Wassers oder sonstiger zusammengesetzter Körper durch d elektrischen Strom die hierdurch mit Rücksicht auf den Wi derstand erzeugte Wärme nicht bloss hinreicht, damit die durc Zerlegung gebildeten Körper ihren neuen Aggregatzustand a-

nehmen, sondern dass auch jederzeit noch ein Ueberschuss vorhanden ist [1].

Versuche über die Wärmeerzeugung durch den Strom der hydroelektrischen Kette hat neuerdings auch LENZ [2] angestellt. Dabei bediente er sich einer Daniell'schen Kette, mass die Stromstärke mittelst der Nervander'schen Tangentenbussole und bewirkte die Gleichmässigkeit der Stromstärke während der Dauer des Versuchs durch Einschaltung eines Agometers; die den Strom leitenden Drähte waren spiralförmig gewunden, gleich lange Spiralen wurden dann nahe zu einem Kreise umgebogen, in einem Glasgefässe an beiden Enden befestigt und das Glas mit einer gemessenen Quantität Alkohol gefüllt, weil diese Flüssigkeit nicht leitet, mithin ihre Wärme bloss durch die Erhitzung des Drahtes erhält. Als leitende Drähte dienten Kupfer, Neusilber, Platin und Eisen, und ihre Masse war gegen die des Alkohols und des Glases so gering, dass sie bei der Bestimmung der Quantität der erwärmten Flüssigkeit füglich vernachlässigt werden konnten, der Einfluss der äusseren Temperatur wurde aber nach RUMFORD's Methode corrigirt. Als Resultate aus wiederholten Versuchsreihen ergab sich, dass die Eigenthümlichkeit der Metalle, mit Auschluss ihres ungleichen Leitungsvermögens, keine messbaren Unterschiede erzeugt, dagegen zeigten sich für alle Spiralen folgende zwei wichtige Gesetze: 1) die Erwärmung eines Drahtes durch den galvanischen Strom ist dem Leitungswiderstande desselben proportional und 2) zugleich dem Quadrate der Stromstärke proportional.

Die Wärmeerscheinungen, welche die Volta'sche Säule darbietet, sind bis zum Zeitpuncte des Erscheinens seines belehrenden Werkes sehr vollständig zusammengestellt worden durch FECHNER [3].

Eine grosse Reihe von Versuchen FARADAY's [4] bezieht sich auf das beim Platinschwamm vorzugsweise sich zeigende Ver-

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. IX. p. 21.

2 Bullet. de l'Acad. Imp. des Sc. de Petersb. T. II. p. 161. Poggendorff Ann. Bd. LXI. S. 18.

3 In dessen Lehrbuch d. Experimentalphysik von BIOT Th. III.; ich Lehrbuch des Galvanismus von FECHNER. S. 304.

4 Sechste Reihe von Experimental-Untersuchungen. In Phil. Trans. 834. Poggendorff Ann. Bd. XXXIII. S. 149.

Digitized by Google

mögen, Knallgas zu verdichten. Zuerst brachte er Platinbleche, welche einige Zeit als Elektroden am positiven oder negativen Pol einer Volta'schen Säule gedient hatten, in ein mit Knallgas gefülltes und mittelst verdünnter Schwefelsäure gesperrtes Gefäss. Sie bewirkten sofort Verdichtung zu Wasser, wobei sie sich sogar erhitzten, die am positiven Pole gewesenen am stärksten. Es zeigte sich bald, dass die Ursache nicht in den Wirkungen des elektrischen Stromes liege, sondern in der Reinigung der Platten von jeder Art Ueberzug. Gold und Palladium zeigten eine ähnliche, aber geringere Wirkung. Nachdem FARADAY hiernächst die anfänglich aus der Elektricität entnommene Erklärung dieses Phänomens durch DÖBEREINER[1] die von DULONG und THÉNARD[2], so wie auch von FUSINIERI[3] aufgestellten erwähnt hat, erklärt er selbst das Phänomen aus einer Verdichtung der Gase auf der blanken Oberfläche der Metalle, zu welcher sie ohne chemische Affinität eine grosse Anziehung haben. Die aus der häufig sich zeigenden Anziehung zwischen verschiedenen Körpern entnommenen Thatsachen, wodurch er diese Ansicht unterstützt, sind bekannt, indessen verdienen die zahlreichen Versuche, die er zur näheren Beobachtung des Phänomens angestellt hat, die Beachtung der Physiker.

Den Widerspruch, welchen N. W. FISCHER (Bd. X. S. 538) gegen die durch DESPRETZ aufgefundene Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle erhoben hat, suchte derselbe[4] später näher aufzuklären, stellte daher neue Versuche an, indem er feinere 0,3 Lin. und dickere 1,7 Lin. im Durchmesser haltende, 8 Z. 10 Lin. lange Drähte mit dem einen Ende in siedendes Wasser oder heisses Oel, mit dem andern in Gefässe mit Oel von der Temperatur der Umgebung tauchen liess und die Temperatur der letzteren Oels mass, wenn sie stationär geworden war. Bei Anwendung der dünnen Drähte betrug der Ueberschuss über die Temperatur der Umgebung

für 100° bei Kupfer 12°; bei Eisen 7°; bei Platin 6°;
für 200 — — 43°; — — 32°; — — 30°.

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XXIV. p. 94.
2 Ebend. XXIII. p. 440. T. XXIV. p. 380.
3 Brugnatelli Giornale di ficica. 1825. T. VIII. p. 259.
4 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 632.

ei Anwendung der dickeren Drähte

für 100° bei Kupfer 20°; bei Eisen 5°; bei Platin 4°;

für 200° — — 26°; — — 8°; — — 9°.

ofern nun bei den dickeren Drähten und für höhere Tempeturen das Platin dem Eisen vorauseilt, könnte wohl die eitungsfähigkeit des Platins bei Anwendung noch dickerer angen selbst die des Kupfers übertreffen. Hiernach würde so das Wärmeleitungsvermögen der Metalle durch die Dicke r Stangen und die angewandte Hitze bedingt. Beiläufig ige hier bemerkt werden, dass das Vorurtheil, als ob die ärme in Drähten leichter aufsteige, als herabsinke, weles durch Pictet's Versuche (Bd. X. S. 112) unterstützt wird, gegründet ist. Feine von mir und den Doctoren Poulsen l Knop angestellte Versuche mit Kupferdraht zeigen, dass Richtung der Drähte auf die Wärmeleitung gar keinen fluss hat.

Von grosser Wichtigkeit sind die Versuche, welche de la ovostaye und Paul Desains[1] über die latente Wärme aus dem Eise erhaltenen Wassers angestellt haben und che von Biot, Pouillet und Regnault nach Wiederholung Prüfung völlig bestätigt wurden. Man setzte diese Grösse h den Versuchen von Lavoisier und Laplace bisher = C. (Bd. X. S. 840). Die neuere Bestimmung zeigt aber, s die anfänglich durch Black erhaltene = 80° C. richtigere war. Bei den neuesten Versuchen wurde gewogene Quantität Wassers in einem Gefässe von dün-Messingblech auf drei Spitzen gestellt, um alle Ableitung Wärme, ausser durch Strahlung, zu vermeiden; in das sser wurde ein mit Fliesspapier getrocknetes Stück Eis orfen und das Gefass nach dem Schmelzen abermals geen. Indem die unvermeidlichen Fehler corrigirt wanamentlich die wichtigsten, aus der Wärmeänderung h Strahlung entspringenden, weil die Umstände nicht geeten, die bekannte Rumford'sche Methode in Anwendung ringen, so ergab die bekannte Formel der Vermengungen, ach

1 Compt. rend. T. XVI. p. 837. 977. Ann. de Chim. et Phys. 3me VIII. p. 5. Bibl. univ. de Genève. 1843. N. 89. p. 141. Pogg. Ann. Bd. XLIX. S. 163. Bd. LXII. S. 30.

Digitized by Google

$$\frac{M}{m}(T - \Theta) = L + \Theta$$

ist, wenn M und m die Massen des Wassers und Eis
und Θ die Anfangs- und End-Temperaturen und L die
tente Wärme bezeichnen, aus 40 Versuchen mit Anwen
von zwei genau geprüften Thermometern die latente W
des Eises = 79°,1 C., welches nicht um 0°,3 vom abs
Werthe abweicht.

Ueber die latente Wärme oder die Flüssigkeitswä
anderer Körper hat auch C. Despretz[1] Versuche ange
die aber noch nicht weit genug gediehen sind, um die
tenen Resultate anzugeben. Sie erstreckten sich auf das
halten des Schwefels, Phosphors und Quecksilbers und
ten vorläufig zu folgenden Resultaten: 1) die Wärme
cität der Körper ist im flüssigen Zustande grösser
festen; 2) die latenten Wärmen stehen beinahe im umg
ten Verhältnisse der Atomgewichte.

Ueber die specifische Wärme der Körper hat V
gnault[2] noch einige Resultate bekannt gemacht,
durch einige bereits ältere, theils durch neuere V
halten worden sind. Mit Weglassung der in der
(Bd. X. S. 824 ff.) enthaltenen Bestimmungen theile
folgende mit:

Alkohol, gemeiner	[illegible]
„ schwächerer	[illegible]
„ noch schwächerer	[illegible]
Camphilen	[illegible]
Chlorcalciumlösung	[illegible]
Citronenöl	[illegible]
Essigsäure	[illegible]
Orangenöl	[illegible]
Petrolen	[illegible]
Tereben	[illegible]
Terebilen	[illegible]
Terpentinöl	[illegible]

1 Compt. rend. T. XI. p. 806. Poggendorff Ann. Bd. LII. S.
2 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. IX. p. 322. Pogg.
Ann. Bd. LXII. S. 50.

'ymbelmetall[1], sprödes	0,0858
„ weiches	0,0862
lasthränen, harte	0,1923
„ gekühlte	0,1937
chwefel, natürlich krystallisirter	0,1776
„ seit 2 Jahren geschmolzen	0,1761
„ seit 2 Monaten geschmolzen	0,1803
„ frisch geschmolzen	0,1844
tahl, gehärtet	0,1175
„ weicher	0,1165

Die (Bd. X. S. 915) bereits erwähnte, von Despretz beob-
:htete gleichmässige regelmässige Ausdehnung des ruhig ste-
:nden Wassers unter dem Gefrierpuncte ist seitdem vom Gra-
n Salm-Horstmar[2] durch abermalige Versuche bestätigt.

Das Verhalten des Wasserdampfes hinsichtlich seiner la-
nten Wärme, Elasticität und Dichtigkeit galt stets für eins
:r wichtigsten Objecte der physikalischen Forschungen, und
iher sind in dem kurzen Zeitraume seit der Abfassung des
gehörigen Artikels (Bd. X. S. 1055) sehr wichtige Beiträge
nzugekommen, deren Nachtragung hier der Vollständigkeit we-
:n erfordert wird. Zuerst hat de Pambour[3] das von Watt
fgefundene, von Sharpe und Clément bestätigte Gesetz,
inach der Wasserdampf bei jeder Temperatur dieselbe Wär-
:menge enthält, so lange er sich in dem seiner Temperatur
gehörigen Maximum der Dichtigkeit befindet, abermals geprüft
d richtig befunden. Pambour setzt die Summe der freien
d latenten Wärme, vom 0 Puncte des Centesimalthermome-
:s an gerechnet, auf 650° C. und bestätigt die aus dem Ge-
tz hervorgehende, für die praktische Anwendung wichtige
lgerung, dass der aus dem Kessel in die Maschinentheile
:tende Dampf mit einem Theile seiner Wärme auch einen
ieil seiner Elasticität verliere, durch eine grosse Reihe von
rsuchen, indem er ein Thermometer und Luftmanometer

Von einer nach d'Arcet's Methode aus 80 Th. Kupfer und 20 :inn verfertigten Cymbel.

Poggendorff Ann. Bd. LXII. S. 283.

Traité théorique et pratique des Machines locomotives. 2me éd. :ndorff Ann. Bd. LIX. S. 587.

gleichzeitig sowohl in dem Dampfkessel, als auch in der Rö anbrachte, durch welche der Dampf, nachdem er seine Wirk in der Maschine geäussert, bei verschiedenen Locomo ausströmte.

Die latente Wärme der Dämpfe des Wassers, des ab ten Alkohols, des Schwefeläthers, des Terpentinöls und des Ci nenöls ist aufs neue von W. Brix[1] durch grosse Vers reihen bestimmt worden. Der Apparat, dessen er sich be bestand aus einer Glasretorte mit etwas gebogenem H welche die zu untersuchende Flüssigkeit enthielt und d eine Weingeistlampe erhitzt wurde. Das Ende des H ward dampfdicht in ein Blechrohr gesteckt, durch welch Dampf in ein cylindrisches Kühlgefäss mit doppelten par Wandungen trat, dessen Bestimmung war, das sonst i Calorimetern befindliche Schlangenrohr zu ersetzen. Le stand in einem grösseren, mit Wasser gefüllten und einen Deckel verschlossenen Gefässe; beide aber, nebst mit einem aufrecht stehenden Drahte versehenen Meta welcher durch Auf- und Abwärtsbewegen zum Umrü Wassers diente, waren aus dünnem Messingblech verfe die geringe Masse derselben desto leichter auf das W des Calorimeters zu reduciren. Durch den Deckel des W sergefässes trat eine aufrechtstehende Röhre des Kühlg mit einem Thermometer, um die aus der Flüssigkeit e dene Luft austreten zu lassen und deren Temperatur z sen; durch die Mitte des Deckels aber war das Therm herabgesenkt, mittelst dessen die Temperatur des Kühlw gemessen wurde. Nach Anbringung aller ausführlich neten Corrigirungen fand er im Mittel die latente Wär ihrem Siedepuncte an gerechnet

des Wassers = 540° C.,
des Alkohols = 214,25 oder vielleicht richtiger 210
des Schwefeläthers = 89,96.,
des Terpentinöls = 74,04 oder vielleicht richtiger
des Citronenöls = 79,81.

Die Unsicherheit dieser Resultate schätzt er nicht hö 6°,25 C., und es dürfte sonach die latente Wärme des

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 341.

Digitized by Google

serdampfes bei 0° C. wohl nicht höher, als 645° C. vom Eispuncte an gerechnet angenommen werden.

Ein von dem bisher üblichen gänzlich abweichendes Verfahren zur Bestimmung der latenten Wärme der Dämpfe hat Person[1] gewählt; es kann aber hier nicht untersucht werden, ob und wie weit die dadurch erhaltenen Resultate Vertrauen verdienen. Er liess einen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf einer heissen Metallplatte, Silber oder Platin, nach Art des Leidenfrost'schen Versuches verdampfen und bestimmte dann die latente Wärme, von ihm Vaporisationswärme genannt, aus dem Gewichte des Tropfens, der Zeitdauer des Verdampfens und der Wärme des Metallgefässes, die durch Eintauchen in Wasser gefunden würde. Seine Bestimmungen erstrecken sich auf folgende 14 Flüssigkeiten:

Schweflige Säure . . .	95,0
Chlorwasserstoffäther . .	95,3
Schwefeläther	90,8
Brom	97,0
Wasserfreie Schwefelsäure	100,0
Schwefelkohlenstoff . .	105,0
Holzgeist	291,0
Alkohol	207,7
Wasser	543,0
Terpentinspiritus . . .	76,8
Iod	84,0
Schwefel . , ...	120,0
Schwefelsäure	122,0
Quecksilber	62,0

Ueber das Freiwerden der Dämpfe aus tropfbaren Flüssigkeiten hat Magnus[2] eine beachtenswerthe Erfahrung bekannt gemacht. In einer U-förmig gebogenen, an einem Ende verschlossenen Glasröhre befand sich etwas durch Quecksilber abgesperrtes Wasser. Durch den Einfluss der Wärme mussten sich aus dem Wasser Dämpfe von einer der Temperatur proportionalen Elasticität entwickeln, einen Raum über dem Wasser einneh-

1 L'Instit. 1843. Sept. N. 507. p. 310. Compt. rend. 1843. Sept. Bibl. univ. de Genève. 1843. Oct. N. 49.

2 Poggendorff Ann. Bd. LXI. S. 248.

men und das Quecksilber im anderen Schenkel steigen mach.
Dieses geschah auch wirklich, wenn sich nur die kleinste L
blase über dem Wasser befand; war diese aber nicht vor
den, nachdem das Wasser sie absorbirt hatte, so musste
Temperatur bedeutend erhöhet werden, bis die dann plötzlich f
werdenden Dämpfe das Quecksilber im anderen Schenkel her
schleuderten. MAGNUS bemerkt, dass schon WATT und S
THERN[1] ähnliche Erscheinungen wahrgenommen haben,
findet die Erklärung darin, dass die erhöhte Elasticität
Dämpfe die Cohäsion der Flüssigkeit überwinden muss.
Phänomen ist ganz analog dem von Anderen und vorz
von mir bemerkten (Bd. X. S. 1029), dass Flüssigk
in Thermometern weit über ihren Siedepunct erhitzt we
müssen, dann aber plötzlich siedend aus dem Röhrchen
schleudert werden.

Das Problem, die den verschiedenen Temperaturen zu
rigen Elasticitäten des Wasserdampfes durch Versuche z
mitteln und einen allgemeinen analytischen Ausdruck f
aufzufinden, gilt immerhin noch nicht für vollständig gelö
es verdienen daher einige hierauf gerichtete werthvolle B
hungen hier nachträglich erwähnt zu werden. Die vo
aufgefundene Formel zur Berechnung der Elasticität des W
serdampfes (Bd. X. S. 1068) lässt sich nicht umkehren, u
der gegebenen Elasticität des Wasserdampfes die zuge
Temperatur zu finden. Eben dieses ist bei der
durch AUGUST[2] gegebenen der Fall, wobei übrigens die
sten Versuche der pariser Commission gleichfalls benutzt
den sind. AUGUST findet für die Temperatur = t in G
der achtzigtheiligen Scale

$$e = \left[\frac{8019\,(826{,}7 + t)}{1000000000}\right]^{\frac{80 - t}{80 + \frac{1}{8}t}}$$

die Elasticität = e in Atmosphären. STREHLKE[3] findet
her geeigneter, zu der älteren von AUGUST aufgestellten F
mel, wonach

---

1 ROBISON system of mech. philos. T. II. p. 31. 170.

2 E. G. FISCHER Lehrb. d. mechanischen Naturlehre. Her
von AUGUST. Bd. I. S. 596.

3 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 334.

Digitized by Google

$$e = a m^{\frac{t}{1+\beta t}}$$

st und die bereits (Bd. V. S. 641) mitgetheilt wurde, zurück-
ukehren. Diesem nach setzt er a = 2,242 par. Lin., legt die
lf genauesten Resultate aus den Versuchen der pariser Com-
nission zum Grunde, und findet dann log. m = 0,03868508 und
= 0,00529709, wodurch e bei 0° R. in pariser Linien be-
timmt wird. Hieraus erhält man eine Formel für t in Graden
ler 80theil. Scale, nämlich

$$t = \frac{1}{-\beta + \frac{\log . m}{\log . e - \log . a}}.$$

Eine Tabelle der hiernach berechneten und der durch Versuche
gefundenen Elasticitäten in par. Linien zeigt hinlänglich genaue
Uebereinstimmung.

Verdienstlicher und der Wissenschaft eine Erweiterung zu-
führend sind Versuche, welche MAGNUS[1] angestellt hat, um die
Elasticität des Wasserdampfes zwischen — 6°,6 und + 104°,6 C.
zu messen. Hierbei diente eine U-förmig gebogene Röhre, de-
ren Schenkel etwa 4 F. Länge hatten. Das eine verschlossene
Ende derselben war mit einer Kugel versehn, mit Quecksilber
gefüllt, und nachdem dieses durch Auskochen von aller Luft
befreit war, liess sich mit leichter Mühe ein wenig ausgekoch-
tes Wasser in die Kugel bringen. Das andere war durch eine
dünne Röhre mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht,
so dass das Quecksilber in beiden Enden gleich hoch stand,
mit einem Unterschiede, welchen das Barometer an der Luft-
pumpe angab, ausserdem aber zu grösserer Sicherheit ein mit
dem Apparate verbundenes Manometer, bestehend aus einer
U-förmig gebogenen Röhre, deren Schenkel 3 Fuss Länge hat-
ten und deren einer mit Quecksilber gefüllt war. Eine
mit vorzüglicher Sorgfalt hergestellte Vorrichtung, derjenigen
gleich, die bei den Versuchen zur Bestimmung der Ausdehnungs-
gesetze der Luft gebraucht worden war, diente dazu, um dem
Dampfelasticitätsmesser genau die durch das Thermometer an-

1 Poggendorff Ann. Bd. LXI. S. 225. Ann. de Chim. et Phys. Sér. T. XII. p. 69. eine vorläufige Uebersicht giebt L'Institut. XIIme N. 537. p. 129. Journal für praktische Chemie. Bd. XXXII. S. 1.

Digitized by Google

gezeigte Temperatur zu geben und eine gehörige Zeit zu e- halten, was zwar mit genügender Sicherheit, zugleich aber mit einem grossen Aufwande von Zeit mittelst schlechter Wärmeableitung bewerkstelligt wurde. Es leuchtet ein, dass mit dieser Vorrichtung die Elasticitäten des Dampfes nicht bloss bei niedrigerem Drucke, als dem atmosphärischen, sondern auch bei höherem messbar waren, wozu bloss erfordert wurde, mit der Luftpumpe zugleich zu comprimiren. Die durch mehr als 10 Versuche erhaltenen Werthe stimmen sehr mit denen von DALTON gefundenen überein, sind etwas grösser zwischen 15° und 88° und etwas kleiner in den höheren Temperaturen. Mit besonderer Sorgfalt wurde die Elasticität für 0° C. gesucht und aus 7 Versuchen = 4,525 Millim. gefunden, welche Bestimmung von der durch mich (Bd. II. S. 340) gefundenen = 2,04 par. Lin. oder 4,602 Millim. nur um — 0,07 Millim. abweicht. Für die sämmtlichen Beobachtungen fand er als am besten geeignete Interpolationsformel

$$e = a \, . \, b^{\frac{t}{\gamma + t}},$$

worin e die Elasticität in Millim. bezeichnet, die übrigen Bezeichnungen, ausser t, die Centesimalgrade der Temperatur, unbekannt sind. Für t = 0 ist aber

$$e = a = 4{,}525 \text{ und für } t = 100,$$

$$e = 760 \text{ Millim.} = 4{,}525 \, . \, b^{\frac{100}{\gamma + 100}},$$

welches das Verhältniss zwischen b und γ giebt. Zu einer zweiten Gleichung für γ wurden 10 der genauesten Beobachtungen gewählt und hierdurch

$$e = 4{,}525 \, . \, 10^{\frac{7{,}4475\,t}{234{,}69\,t}}$$

gefunden. Es kann hier noch bemerkt werden, dass BIOT[1] die eben erwähnten Versuche und Rechnungen geprüft hat und ihnen den entschiedenen Vorzug vor denen giebt, welche REGNAULT dem Institute übergeben hat, was jedoch wohl nicht ohne Anfechtung bleiben dürfte.

Von weit grösserem Umfange ist nämlich die Reihe von Untersuchungen, welche VICTOR REGNAULT[2] begonnen, aber

---

1 L'Institut. a. a. O. N. 536. p. 113.
2 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. XI. p. 273.

nicht beendigt hat. Seine Absicht ist, das Verhalten der Wasserdämpfe überhaupt, namentlich also ihre Elasticität, latente Wärme und Dichtigkeit, so wie auch die specifische Wärmecapacität des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, durch sorgfältig angestellte Experimente genau zu bestimmen, weil ihm alle bisherigen Bemühungen des ausserordentlichen dabei angewandten Fleisses ungeachtet für eine genügende Theorie der Dampfmaschine noch nicht zureichend erscheinen. Wegen der Wichtigkeit des Problems ist ihm die erforderliche Unterstützung von Seiten der Regierung dabei zu Hülfe gekommen, und man muss gestehen, dass die von ihm angewandten Apparate nichts zu wünschen übrig lassen, auch sind die Versuche in einem solchen Masse vervielfacht, dass man neben der Bewunderung der auf sie verwandten Mühe mit Recht der Wahrheit möglichst sich annähernde Resultate erwarten muss. Bis jetzt erstrecken sich seine bekannt gewordenen Versuche bloss auf die Elasticität des Wasserdampfes zwischen den Temperaturen von —32°,84 bis 147°,5 C. Temperatur.

Die eine Abtheilung seiner Versuchsreihen wurde mit zwei gleichen Barometern angestellt, die in ein gemeinschaftliches Quecksilbergefäss tauchten, in deren einem sich eine kleine Quantität durch Sieden von aller Luft befreiten Wassers befand. Die oberen Enden beider Barometer waren durch einen Kasten mit zwei einander gegenüber stehenden Seiten von Spiegelglas umgeben, deren parallele Flächen gegen die Brechung der Lichtstrahlen sicherten, und indem dieser Behälter mit Wasser oder einer kaltmachenden Mischung gefüllt wurde, welche wegen der mittelst untergehaltener Weingeistflamme erhöhten oder in Folge des Zergehens der Kälte erzeugenden Substanzen herabgehenden Temperatur stets umgerührt werden mussten, so gab der mit einem Kathetometer gemessene Unterschied der Quecksilberhöhen, für den Druck des kleinen Wassercylinders und die durch ihn erzeugte Capillarattraction corrigirt, die Elasticität des Wasserdampfes für die stationär gewordene Temperatur. Diese Vorrichtung war indess bloss für Temperaturen bis 58°,62 brauchbar, weil über diese hinaus die einzelnen Schichten des Wassers von zu ungleicher Wärme waren. Ein zweiter Apparat bestand aus einer Kugel, worin sich ein kleiner, mit luftleerem Wasser gefüllter Behälter befand, die Kugel selbst aber stand sowohl mittelst einer

Digitized by Google

gebogenen Röhre mit dem offenen Schenkel eines Heberbarometers, als auch mittelst einer zweiten mit einer Luftpumpe in Verbindung. Durch 25mal wiederholtes Exanthiren nach wie der eingelassener künstlich getrockneter Luft wurde sowohl die Kugel, als auch die Verbindungsröhre mit dem Barometer von aller Feuchtigkeit befreit. Nachdem sie darauf, in dem beschriebenen Behälter mit zerstossenem Eise umgeben, möglichst stark evacuirt und das Verbindungsrohr mit der Luftpumpe mittelst der Blaslampe zugeschmolzen worden war, zeigte das Barometer den Druck der noch zurückgebliebenen Luft bei 0° Temperatur. Nach Fortschaffung des Eises fiel es nicht schwer, den im Innern der Kugel befindlichen Behälter durch Erhitzung zu zersprengen, und das Heberbarometer zeigte dann die Elasticität des in der Kugel gebildeten Wasserdampfes, wenn dieselbe entweder mit Wasser, oder einer kaltmachenden Mischung umgeben war, deren Temperatur durch zwei sehr genaue, neben ihr befindliche Thermometer dann, wenn sie eine gehörige Zeit stationär geblieben waren, bestimmt wurde. Mit Uebergehung eines dritten Apparates, eines Heberbarometers, in dessen verschlossenem Schenkel sich eine geringe Quantität der zu prüfenden Flüssigkeit befand, dessen offener Schenkel aber durch eine feine gebogene Röhre mit einer Röhre in Verbindung stand, in welcher man mittelst einer ihr parallelen dritten Röhre eine Quecksilbersäule willkürlich vergrössern oder vermindern konnte, so dass die in der Verbindungsröhre des offenen Schenkels befindliche Luft, welcher die im verschlossenen Schenkel befindlichen Dämpfe das Gleichgewicht hielten, verdichtet oder verdünnt wurde, verdient besonders auf einen vierten die Aufmerksamkeit gerichtet zu werden, welcher vorzugsweise geeignet ist, die den höheren Temperaturen zugehörigen Elasticitäten zu messen. Dieser, welcher einem früher von Dumas[1] zum Messen der Elasticität der Dämpfe bei niederen Temperaturen empfohlenen sehr gleicht, besteht aus einem kupfernen Gefässe, in welchem die Flüssigkeit unter verschiedenem Drucke zum Sieden gebracht wird. Vier eiserne Röhren gehen vom dampfdicht schliessenden Deckel in das Gefäss herab, zwei so tief, dass die Flüssigkeit sie umgiebt, zwei dagegen reichen bloss bis in den Dampf; in jeder derselben befindet sich Queck-

---

1 Lamé cours de physique de l'école polyt. Par. 1836. T. I. p. 15.

silber mit einem eingesenkten Thermometer. Aus dem Gefässe geht ein etwas aufsteigendes Rohr in einen Ballon, welcher in einem Gefässe mit Wasser von der Temperatur der umgebenden Luft steht, der mittlere Theil der Röhre selbst aber ist mit einer weiteren Röhre umgeben und wird mittelst durch diese strömenden Wassers stets abgekühlt, damit die niedergeschlagenen Dämpfe wieder in das Gefäss zurückfliessen. Der Hals der Kugel steht durch eine horizontal aus ihm auslaufende Röhre mit dem kürzeren Schenkel einer heberförmig gebogenen, mit Quecksilber gefüllten, auf einer verticalen Scale befestigten Barometerröhre in Verbindung, das obere, durch einen Hahn verschliessbare Ende desselben endigt aber in eine krummgebogene Röhre, mittelst welcher die Kugel luftleer gemacht oder mit verdichteter Luft gefüllt werden kann. Wenn also das Wasser im Gefässe erhitzt wird, so erreicht es unter dem durch den Inhalt der Kugel gegebenen Luftdrucke die Siedehitze, und dass das Sieden eingetreten sey, ergiebt sich aus dem Stillstande der Thermometer bei demjenigen Stande des Quecksilbers in der Barometerröhre, welcher zugleich die Elasticität der Dämpfe misst, indem diese dem negativen oder positiven Unterschiede der Quecksilbersäulen in den beiden Schenkeln der Barometerröhre und bei der Gleichheit derselben dem jedesmaligen atmosphärischen Drucke gleich ist, denn der zweite bedeutend lange Schenkel der Barometerröhre ist am oberen Ende offen.

Unter den zahlreichen Bestimmungen der den verschiedenen Temperaturen zugehörigen Elasticitäten des Wasserdampfes ist eine der wesentlichsten die durch 64 Beobachtungen erhaltene für den Nullpunct des Thermometers, welche im Mittel 4,6 Millim. oder sehr nahe 2,04 par. Linien beträgt. Dieser Werth ist etwas grösser, als der von Magnus erhaltene, stimmt aber vollkommen genau mit dem überein, welchen ich selbst (Bd. II. S. 340. Bd. X. S. 1069) bei meinen Versuchen über die Dichtigkeit der Dämpfe gefunden habe [1], nämlich 2,04 par. Lin. oder 4,602

1 Diese unerwartet, fast absolut genaue Uebereinstimmung ist wohl [zu]m Theil zufällig, lässt sich aber daraus erklären, dass ich bei allen [Ver]suchen von 0° Temperatur ausging und daher aus allen auch gerade [die]se Bestimmung erhielt, statt dass die übrigen auf einer geringeren [Zah]l von Messungen beruhn.

Millim. Dürfen wir diese Grösse als genau betrachten, so lässt sich hieraus die constante Correction entnehmen, welche bei dem vortrefflichen, von Prechtl erfundenen, Dampfmesser (Bd. X. S. 1686) angebracht werden muss, wenn er sich längere Zeit in einem Raume von 0° Temperatur befunden hat, und es ist dann leicht, die Elasticität des Wasserdampfes bis zu den tiefsten Temperaturen im Freien, ohne Aufwand künstlicher Mittel oft wiederholt, zu messen, wenn man nur dafür Sorge trägt, dass die Temperatur des Raumes, worin sich der Apparat befindet, lange genug constant bleibt.

Regnault gesteht zu, was auch im Wörterbuche als theoretisch begründet angegeben worden ist, dass es einen analytischen Ausdruck für die Elasticität des Wasserdampfes als Function der Temperatur für höhere sowohl, als auch niedere Thermometergrade geben müsse, und er will einen solchen Ausdruck auch künftig aufsuchen, wenn seine Versuche noch weiter gediehen sind. Vorläufig hat er für die Temperaturen zwischen den beiden festen Puncten des Thermometers die Formel von Biot[1] gewählt, wonach

$$\log . e = a + b\alpha^t + c\beta^t$$

ist, wenn e die Elasticität in Millim., t die Temperatur in Centesimalgraden bezeichnen, die 5 anderen Grössen aber aus den Beobachtungen genommen werden. Aus fünf für 0°; 25°, 50°; 75° und 100° gemessenen Werthen ergiebt sich

$$\log . \alpha = 0{,}0068650$$
$$\log . \beta = \bar{1}{,}9967249$$
$$\log . b = \bar{2}{,}1340339$$
$$\log . c = 0{,}6116485$$
$$a = 4{,}738438.$$

Diese Formel giebt Werthe, welche den beobachteten sehr nahe kommen, so lange die Temperaturen innerhalb der festen Puncte des Thermometers bleiben, für Grade unter 0° sind aber die berechneten Werthe stets grösser, als die beobachteten, und der Unterschied steigt bei —25° schon auf 0,25 Millim., was gewiss absolut nicht viel ist; doch wählte Regnault zur Berechnung folgenden einfachen Ausdruck:

$$e = a + b\alpha^x,$$

---

1 Compt. rend. T. XII. p. 150.

worin $x = t - 32^0$ ist. Aus drei Beobachtungen für

$$t = -32;\quad x = 0;\quad e = 0{,}31 \text{ Millim.}$$
$$t = -16;\quad x = 16;\quad e = 1{,}18 \quad —$$
$$t = 0;\quad x = 32;\quad e = 4{,}60 \quad —$$

erhielt er

$$\log . b = \bar{1},4724984$$
$$\log . \alpha = 0{,}0371566$$
$$a = 0{,}0131765.$$

Die Thermometer, womit die höheren Temperaturen gemessen wurden, hatten Gefässe von Krystallglas, und stimmten nicht so genau unter sich überein, als sich nach der Sorgfalt bei ihrer Verfertigung erwarten liess, auch führte eine unmittelbare Vergleichung derselben mit einem Luftthermometer zu keinen genügenden Resultaten. Regnault behält sich vor, diese Untersuchungen noch fortzusetzen, wenn er die Elasticitäten für höhere Temperaturen bestimmt haben wird. Unterdess hat er für die Berechnung die letzte einfache Formel beibehalten, und aus drei Beobachtungen für

$$t = 100^0;\quad e = 760{,}0 \text{ Millim.}$$
$$t = 123;\quad e = 1621{,}0 \quad —$$
$$t = 146;\quad e = 3177{,}0 \quad —$$

für die Formel

$$\log . e = a - b\alpha^x;\ x = t - 100^0$$
$$\log . \alpha = \bar{1},9977641$$
$$\log . b = 0{,}4692291$$
$$a = 5{,}8267890$$

gefunden. Die berechneten Werthe weichen bedeutend ab, bis 13,2 Millim.; allein da bei höheren Temperaturen die Elasticitäten so stark zunehmen, so gehört diese Abweichung dennoch nur zu $0^0{,}15$, und dürfte daher wohl noch innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler liegen.

Man sieht, dass nach Regnault's eigenem Urtheile die Aufgabe in ihrem ganzen Umfange nicht mit absoluter Vollständigkeit gelöst ist, allein die Genauigkeit der hier erhaltenen Werthe dürfte dennoch die aller früheren durch Beobachtung und Berechnung gefundenen übertreffen, und es ist daher gewiss angemessen, wenn ich bei der grossen Wichtigkeit der Sache und der öfteren Anwendung dieser Grössen die Tabelle

Digitized by Google

der Elasticitäten von — 32⁰ bis 100⁰ C. hier mittheile. Das für t = 0 die Elasticität e = 4,6 Millim. sey, ist oben bereits angegeben worden.

t	e	t	e	t	e	t	e
	Millim.		Millim.		Millim.		Millim.
— 32⁰	0,310	2⁰	5,302	35⁰	41,83	68⁰	213,6
— 31	0,336	3	5,687	36	44,20	69	223,2
— 30	0,365	4	6,097	37	46,69	70	233,1
— 29	0,397	5	6,534	38	49,30	71	243,4
— 28	0,431	6	6,998	39	52,04	72	254,1
— 27	0,468	7	7,492	40	54,91	73	265,1
— 26	0,509	8	8,017	41	57,91	74	276,6
— 25	0,553	9	8,574	42	61,06	75	288,5
— 24	0,602	10	9,165	43	64,35	76	300,8
— 23	0,654	11	9,792	44	67,79	77	313,6
— 22	0,711	12	10,46	45	71,39	78	326,8
— 21	0,774	13	11,16	46	75,16	79	340,5
— 20	0,841	14	11,91	47	79,09	80	354,6
— 19	0,916	15	12,70	48	83,20	81	369,3
— 18	0,996	16	13,54	49	87,50	82	384,4
— 17	1,084	17	14,42	50	91,98	83	400,1
— 16	1,179	18	15,36	51	96,66	84	416,3
— 15	1,284	19	16,35	52	101,5	85	433,0
— 14	1,398	20	17,39	53	106,6	86	450,3
— 13	1,521	21	18,49	54	111,9	87	468,2
— 12	1,656	22	19,66	55	117,5	88	486,7
— 11	1,803	23	20,89	56	123,2	89	505,8
— 10	1,963	24	22,18	57	129,3	90	525,5
— 9	2,137	25	23,55	58	135,5	91	545,8
— 8	2,327	26	24,99	59	142,0	92	566,8
— 7	2,533	27	26,51	60	148,8	93	588,4
— 6	2,758	28	28,10	61	155,8	94	610,7
— 5	3,004	29	29,78	62	163,2	95	633,8
— 4	3,271	30	31,55	63	170,8	96	657,5
— 3	3,553	31	33,41	64	178,7	97	682,0
— 2	3,879	32	35,36	65	186,9	98	707,3
— 1	4,224	33	37,41	66	195,5	99	733,3
+ 1	4,940	34	39,57	67	204,4	100	760,0

Regnault vergleicht die dem Siedepuncte nahe liegenden von ihm selbst gefundenen Elasticitäten des Wasserdampfes mit denjenigen, welche Bravais und Peltier[1] bei ihrer Besteigung

1 Compt. rend. T. XVIII. p. 572.

des Faulhorn im Sommer 1842 mittelst des Thermobarometers erhielten, findet aber die Ursache der geringen Uebereinstimmung in der Mangelhaftigkeit des gebrauchten Thermometers. Weit besser stimmen die Beobachtungen überein, welche Marié[1] auf dem Pila im December 1843 anstellte, indem die grössten Unterschiede nur 1,12 und —0,11 Millim. betragen.

Gelegentlich füllte Regnault in den Ballon des Apparates 300 Gramm Quecksilber und exantlirte ihn so weit, dass noch eine 4,22 Millim. betragende Luftmenge bei 0° C. zurückblieb, deren Ausdehnung berechnet und als Correction angebracht wurde. Hierbei erhielt er für

0°,00	Temper.	0,000	Millim.	Elasticität
23 ,57	„	0,068	„	„
38 ,01	„	0,098	„	„
100 ,60	„	0,555	„	„

In einer zweiten Versuchsreihe wurde der Ballen sehr stark evacuirt, und die gefundenen Werthe waren

0°,00	Temper.	0,000	Millim.	Elasticität
25 ,39	„	0,034	„	„
49 ,15	„	0,087	„	„
72 ,74	„	0,183	„	„
100 ,11	„	0,407	„	„

Die erhaltenen Werthe zeigen wenig Uebereinstimmung, doch liegen die Unterschiede in den Grenzen der Beobachtungsfehler und führen zu dem Resultate, dass die Elasticität des Quecksilberdampfes für 100° C. ungefähr 0,5 Millim., für 50° etwa 0,1 Millim. beträgt. Für höhere Temperaturen umgab er die Kugel mit Oel und erhielt folgende Werthe:

100°,6	Temper.	0,56	Millim.	Elasticität
136 ,3	„	3,46	„	„
177 ,9	„	10,72	„	„
200 ,5	„	22,01	„	„

Die Bestimmung für 200° hält er für offenbar falsch wegen beginnender Destillation des Quecksilbers; indess sehe ich nicht wohl ein, wie diese bei der Construction des Apparates nachtheilig wirken konnte, ausser sofern hierdurch die Quecksilbersäule merklich erwärmt wurde.

1 Compt. rend. T. XVIII. p. 252.

Digitized by Google

Es sind mehrere werthvolle Versuche bekannt geworden, das Verhalten der Wasserdämpfe aus bekannten Gesetzen auf theoretischem Wege abzuleiten. Hierher gehören die Untersuchungen des Barons F. v. WREDE[1], welcher als bewiesen voraussetzt, dass die Summe der freien und latenten Wärme des Wasserdampfes eine constante Grösse sey, und dass sich derselbe übrigens ganz wie die Gase verhalte, mithin auch die diesen zugehörige Ausdehnung durch Wärme habe. Durch den Calcül, welchen aufzunehmen der Raum verbietet, gelangt er zu einer der von ROCHE (Bd. X. S. 1062) dem Wesen nach gleichen Formel für die Elasticität = p des Wasserdampfes, nämlich:

$$\log.\ p = M\left(\frac{t}{\frac{1}{\alpha} + t}\right) \text{ oder } = \frac{5{,}61\ t}{274{,}24 + t},$$

wenn p den Druck in Atmosphären, t die Temperatur vom Siedepuncte an, α den Ausdehnungscoefficienten der Luft und M einen aus den neuesten französischen Versuchen entnommenen Coefficienten bezeichnet. Nach einer etwas abgeänderten Formel ist:

$$\log.\ p = \frac{5{,}1059\ t\ (420{,}53 + t)}{(274{,}24 + t)^2}.$$

Beide stellen die durch Versuche erhaltenen Grössen sehr gut dar, die letzte am besten, wie eine berechnete Tabelle zeigt, und sollen selbst auch mit den bei niederen Temperaturen gefundenen Elasticitäten sehr genau übereinstimmen.

An diese Arbeit schliesst sich eine ähnliche von CLAPEYRON[2], welcher auf dem von POISSON (Bd. II. S. 308. Bd. I. S. 753) betretenen Wege von der Richtigkeit des Mariotte'schen Gesetzes und des von GAY-LUSSAC aufgefundenen von der gleichmässigen Ausdehnung gasförmiger Körper auf theoretischem Wege analytische Ausdrücke für das Verhalten der Dämpfe findet. Wenn POISSON das Gesetz, dass das Verhältniss der specifischen Wärmen bei constantem Drucke und bei constantem Volumen unabhängig von der Temperatur und des

1 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 225.

2 Journal de l'école polyt. T. XIV. p. 170. Poggendorff Ann. Bd. LIX. S. 446. 566.

Drucke sey, auch auf die Dämpfe anwandte, so dürfte hierin der Grund liegen, dass seine Formeln über das Verhalten des Wasserdampfes mit der Erfahrung nicht übereinstimmen, wie er selbst erkannte; CLAPEYRON aber, dessen Formel über die specifische Wärme der Gase (Bd. X. S. 754) den Resultaten der Versuche sehr angemessen ist, entnahm von S. CARNOT[1] den Satz, dass die bewegende Kraft, welche eine elastische Flüssigkeit, eben wie jeder andere Körper, durch Vermehrung oder Verminderung seiner Temperatur ausübe, als eine Function der Wärme zu betrachten sey. Weit einfacher und lichtvoller ist so eben dieses Problem behandelt worden durch C. HOLTZMANN[2]. Dieser zeigt, wie die Wirkung der zu einem Gase tretenden Wärme durch einen mechanischen Effect, d. h. durch ein zu einer gewissen Höhe gehobenes Gewicht dargestellt werden kann, und indem er diese Wirkung als willkürliches Mass der Wärme betrachtet, gelangt er zu einem Ausdrucke für die Wärmemenge, die in einer Quantität Gas bei bestimmtem Drucke und bestimmter Temperatur enthalten ist. Als Wärmeeinheit dient diejenige Wärme, welche bei ihrem Zutritt zu einem Gase die mechanische Arbeit = a zu leisten oder welche a Kilogramme auf 1 MeterHöhe zu heben vermag. Die sehr einfachen, auf diesem Wege gefundenen analytischen Ausdrücke für die latente Wärme der Dämpfe, die specifische der Gase, die Elasticität und Dichtigkeit der Dämpfe und die Vergleichung der theoretischen Bestimmungen mit den durch Erfahrung bisher erhaltenen muss ich der Kürze wegen übergehen; sie verdienen aber von allen denen beachtet zu werden, welche sich künftig mit diesen Problemen beschäftigen.

Ueber die Erwärmung der Bäder durch Wasserdampf hat JEYMARD[3] eine ausführliche Abhandlung bekannt gemacht.

rmeatmosphäre der Gase. I. 126.

rmemesser. S. **Thermometer.** IX. 875.

rmesammler. Feuersammler, Condensator der Wärme. X. 1179.

rmestrahlung. Ursache des Thauens. IX. 686. 699. im Allgemeinen. X. 180 ff.

———

1 Réflexions sur la puissance motrice du feu. 1824.

2 Ueber die Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe. Mannh. 1845.

3 Ann. des Mines. 2me Sér. T. V. p. 358.

Wärmewellen. Länge derselben. X. 614.
Wagenrad. VII. 1126. **Wagenwinde.** 1160.
Wahlanziehung. IX. 1857.
Wahlverwandtschaft. einfache. IX. 1989. doppelte. 1992.
Wahrscheinlichkeit. I. 912. Wahrscheinlichkeitsrechnung. I. 1181. Begriff der Wahrscheinlichkeit. 1182. Wahrscheinlichkeitsrechnung im engeren Sinne. 1183. absolute Wahrscheinlichkeit. 118 relative. 1188. zusammengesetzte. 1190. des Zusammentreffens mehrerer Ereignisse. 1191. wechselnder Ereignisse. 1196. Theorie der kleinsten Quadrate; allgemeine Bemerkungen. 1200. Gesetz der grossen Zahlen. 1204. gleichbleibende Menge der Verbrecher. 120 Elemente der Theorie der kleinsten Quadrate. 1212. Bestimmung einer einzelnen Beobachtungsgrösse. 1219. wahrscheinlicher Fehler 1220. Auflösung der Gleichungen mit einer unbekannten Grösse durch die Methode der kleinsten Quadrate. 1233. mit zwei unbekannten Grössen. 1240. mit drei unbekannten Grössen. 1243.

Zus. Die Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung und deren Behandlung durch die früheren Gelehrten ist einer umfangenden und gründlichen Kritik unterworfen worden durch J. F. Fries[1].

Waldhorngebläse. S. **Gebläse.** IV. 1140.
Walkererde. Gebirgsart. III. 1093.
Wallrathfett. IX. 1709.
Wanken der Erdaxe. X. 1251.
Warze beim Krummzapfen. V. 1020.
Wasser. Erkalten desselben unter seinen Gefrierpunct. III. 1 –1 IV. 503. Elasticität desselben. II. 224. III. 205. S. **Elasticität** Auslaufen aus elektrisirten Röhren. 287. Ausdehnung durch Wärme I. 591. IV. 1491. X. 902. specifisches Gewicht mit Rücksicht auf Temperatur. IV. 1528. elektrisches Leitungsvermögen. VI. leuchtet durch Compression. 271. Sicherung gegen Fäulniss. Zusammensetzung desselben. IX. 1901. X. 1264. specifische Wärme 835. Zerlegung durch Reibungselektricität. IV. 770.
Wasserader. Zusammenziehung derselben. V. 533. VII. 11 S. **Hydrodynamik.**
Wasserbad. Marienbad. X. 1009.
Wasserbarometer. I. 700. VI. 1853.
Wasserbaukunst. V. 522.
Wasserbleimetall. Molybdän. VI. 2315.
Wasserbrecher. I. 1111.
Wassercalorimeter. II. 13. 18. X. 679.

---

1 Versuch einer Kritik der Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. 1842. 8.

Wasserdampf. dessen latente Wärme. II. 287—291. 294—313. X. 1004. Elasticität. II. 316—355. X. 1055. Dichtigkeit. II. 371—390. Verbindung mit Luft und andern Dämpfen. 398. Anwendung zur Bewegung und Heizung. 406. X. 1117. und Auflösung. II. 410. zerstreut die Elektricität. 278. dessen Elektricität. S. **Elektricität.** und Verhalten. S. **Wärme.**

Wasserfahne des Ximenes. VIII. 1184.

Wasserfall. VIII. 1196.

Wasserhammer. VIII. 1098. X. 1042.

Wasserharnisch. Wasserschild. VIII. 686.

Wasserhose. S. **Wettersäule.** X. 1635.

Wasserkraft. VII. 1168.

Wassermühle. V. 511. VII. 1165.

Wassernadel, magnetische. VII. 1050.

Wasserrad. Segner's. V. 552. X. 1252. der Mühlen. VII. 1162.

Wasserratte. Mascaret, Rastern. VIII. 1217.

Wassersäulenmaschine. X. 1252. erste Construction derselben. 1254. Literatur. 1261.

Wasserschraube. des Archimedes. V. 521. VII. 965.

Wasserstoff. Wasser. X. 1264. Hydrate und Krystallwasser. 1265. Wasserstoffhyperoxyd. 1266. Wasserstoffsäure. 1267. IX. 1985.

Wasserstoffgas. für Luftballons. I. 244. in der Atmosphäre. 461. VI. 2002.

Wassertreten. VIII. 709.

Wassertrommel. Wassertrommelgebläse. IV. 1139.

Wassertrompete. S. **Wettersäule.** X. 1635.

Wasseruhren. S. **Hydraulik.** V. 520. **Uhr.** IX. 1105.

Wasserwaage. X. 1267. Canalwaage. 1268. Quecksilberwaage. 1269. Dosenlibelle. 1270. Röhrenlibelle. 1271.

Zus. Amici hat eine Wasserwaage construirt, welche dem von Kater erfundenen Collimator nachgebildet ist und durch eine kurze Beschreibung sich leicht vollkommen deutlich machen lässt. Sie besteht aus einem nur 1 Zoll langen Galilei'schen, auf einem kleinen eisernen Schiffchen befestigten achromatischen Fernrohre von viermaliger Vergrösserung, mit einem einzigen horizontalen Spinnenfaden, mittelst dessen man visiren kann, während das Fernrohr stets die horizontale Lage dadurch behält, dass das Schiffchen auf reinem Quecksilber in einem kleinen Kästchen schwimmt. Am wesentlichsten und der Beachtung werth ist der Umstand, dass Amici den Spinnefaden im Galilei'schen Fernrohre anzubringen vermochte, indem er die Ocularlinse convex schliff, mit einer für die Pupille hinlänglich grossen Concavität in der Mitte. Poggendorff[1], welcher das

[1] Dessen Ann. Bd. XXVIII. S. 108.

niedliche und wegen seiner Kleinheit sehr bequeme Instrument gesehn, äussert sich sehr günstig über dessen grosse Genauigkeit; auch ist dasselbe gewiss zum praktischen Gebrauche sehr geeignet, wenn man nur das Quecksilber gegen Staub und Nässe, das schwimmende Schüsselchen aber gegen Rost sichert.

Wasserwände. S. **Meer.** VI. 1747.
Wasserziehen. sogenanntes der Sonne. S. **Hof.** V. 466.
Wasserzoll. S. **Hydraulik.** V. 519.
Watte der Elsbeeren-Raupe zu Montgolfieren. I. 242.
Wedro. russisches Mass. VI. 1354.
Weg. gestattete Neigung für Fussgänger, Reiter und Wagen. III. … vorgeschriebener fallender Körper. IV. 4. 18. **Wegmesser.** S. **Hodometer.** V. 271.
Weichheit. Gegensatz der Härte. S. **Härte.** V. 20.
Weingeist. IX. 1700. Ausdehnung durch Wärme. I. 591. 617. … 920. Gefrieren. 965.
Weingeistlampe. VI. 92. X. 319. als **Gebläse.** IV. 1154.
Weingeistthermometer. I. 622. S. **Thermometer.** IX. …
Weinöl. IX. 1701. **Weinsäure.** 1696. **Weinschwefelsäure.** IX. 1701.
Weinsteinöl. Weinsteinsalz. V. 842.
Weisse. sogenannte Albedo leuchtender oder erleuchteter Körper. I. 643. III. 1155. VI. 282. VII. 490. X. 2450. 2464. der Planeten. VII. 587. der Flamme. X. 308.
Weissfeuer, indisches, zu Signalen. X. 316.
Weissstein. Gebirgsart. III. 1083.
Weite des deutlichen Sehens. IV. 1381.
Weitsichtigkeit. S. **Gesicht.** IV. 1398.
Wellen. X. 1275. im Allgemeinen. 1276. fortschreitende und stehende. 1227. Meereswellen. VI. 1736. X. 1281. Durchkreuzung derselben. 1282. Versuche der Gebrüder Weber. 1285. Geschwindigkeit der Meereswellen. 1293. Zusammenstossen. 1295. Bewegung der wellenbildenden Theile. 1296. Zurückprallen. 129… beim schiefen Anstossen. 1302. Besänftigung derselben durch Oel. VI. 1750. nähere Betrachtung der stehenden. X. 1303. Theorie der Wellen; allgemeine Bemerkungen. 1309. Newton's Theorie. 131… Laplace's. 1316. Lagrange's. 1317. Flaugergues'. 1320. Gerstner's. 1329. Poisson's. 1350. von Bidone durch Versuche geprüft. 1353. Cauchy's. 1361. allgemeine Theorie der Wellen des Schalls und Lichts. IX. 1267. 1269. sphärische Wellen. 1297. Grösse und Amplitüde derselben. 1367.

Zus. Die merkwürdige Eigenschaft des Oels, die Meereswellen zu stillen, die oben (Bd. VI. S. 1750 ff.) ausführ…

erörtert wurde, ist durch A. van Beek[1] abermals einer genauen Untersuchung unterworfen worden. Ausser den beigebrachten Erfahrungen erwähnt er noch folgende: Staunton[2] fand die Sitte, durch ausgegossenes Oel den Schutzgeistern der Küste zu opfern, um eine glückliche Ueberfahrt zu erhalten, bei den Chinesen; der Abbé Mann[3] untersuchte die Sache theoretisch und stellte an der flandrischen Küste Versuche an, die sehr überzeugende Resultate gaben, weswegen er auch meint, man würde die Brandung dadurch besänftigen können. In Russland stellte Osoreskowsky Versuche auf dem Onega-See an und erprobte die wellenbesänftigende Kraft des Oels, und eben dieses geschah durch P. van Leeuw[4] auf dem Harlemer Meere. Eine Menge Beispiele, dass dieses Mittel von den älteren und neueren Seefahrern mit dem besten Erfolge angewandt wurde, erzählt Franz van Lelyveld in einem diesem Gegenstande eigens gewidmeten Werke[5]. Van Beek erwähnt ausser mehreren zu Gunsten der Wirkungen des Oels sprechenden, ihm bekannt gewordenen Thatsachen auch, dass ein gewisser P. van Griethuizen vorgeschlagen habe, die Teiche bei heftigen Stürmen durch ausgegossenes Oel zu schützen, welchen Vorschlag Moll vollkommen billigte. Mit dieser Kraft des Oels setzt van Beek eine andere in Verbindung, dass es nämlich die See durchsichtiger macht, was allerdings dann erfolgen muss, wenn die Oberfläche des Wassers durch den über sie hinstreichenden Wind nicht gekräuselt wird. Die Alten kannten dieses Mittel, die Fischer bei Gibraltar benutzten es, um die grossen Austern zu sehn, und nach Franklin nehmen die Taucher des mittelländischen Meeres Oel in den Mund, welches sie in Partieen ausspeien, um besser zu sehn. Die Ursache hiervon soll darin liegen, dass die sich stets mehr ausbreitende Oelschicht, die deswegen auch Newton'sche Far-

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. IV. p. 257. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 419.

2 Voyage dans l'Intérieur de la Chine etc. par Lord Macartney. … 1793. T. III. p. 305.

3 Mém. de l'Acad. Imp. et Roy. des Sc. de Bruxelles. 1780. T. II. … 257.

4 Allgemeene Konst en Letterbode. 1837. N. 10. p. 157.

5 Berigten en Prysvragen over het storten van Olie, Traan, Teer … andere dryvende Stoffen in Zeegevaren. Leyden 1775.

Digitized by Google

ben zeigt, zuletzt so dünn wird, dass sie gar kein Licht mehr reflectirt; allein dann müsste der Fleck, von oben betrachtet, schwarz erscheinen, was nicht der Fall ist. In Beziehung auf das Hauptphänomen, die besänftigende Kraft des Oels, tritt van Beek der gegebenen Erklärung bei. Inzwischen hat man nach einer späteren Nachricht Versuche an den holländischen Küsten angestellt, die aber keineswegs den erwarteten Erfolg zeigten.

Um die Tiefe zu ermitteln, bis zu welcher sich die Wellenbewegung erstreckt, senkte Aimé[1] auf der Rhede von Algier einen Apparat auf den Boden des Meeres hinab, bei welchem ein durch das wellenschlagende Wasser bewegter Schwimmer mit seiner Spitze Spuren seiner Bewegung in einer Bleiplatte zurückliess. Als die Wellen keine grössere Höhe, als ein 0,6 Meter erreicht hatten, zeigte der bis 18 Meter tief eingesenkte Apparat noch Spuren der bis zu dieser Tiefe stattgefundenen Bewegung, in 28 Meter Tiefe aber fehlten sie. Wiederholte Versuche ergaben, dass die Wellen, wenn sie auf der Oberfläche 3 Meter Höhe erreichen, nicht über 40 Meter Tiefe ihre Bewegung erstrecken. Dieses Resultat kann aber nicht als durchaus gültig erscheinen, denn da die horizontale Bewegung der die Wellen bildenden Wassertheilchen, so wie die verticale, mit der Tiefe abnimmt, so konnten sie in der gegebenen Tiefe zu schwach seyn, um den schweren Schwimmer gehörig zu bewegen. Weit hiervon abweichende Resultate erhielt daher Siau[2], indem er die stattgefundene Wellenbewegung aus dem in der Tiefe fortgetriebenen Sande folgerte, den er mittelst eines mit Unschlitt überzogenen Senkbleies heraufholte. Die grösste mit Sicherheit gemessene Tiefe auf der Rhede von St. Paul, bis in welche sich die Wellenbewegung erstreckt, betrug 188 Meter (578 F.). Elie de Beaumont bemerkte hierzu, dass diese Tiefe derjenigen sehr nahe komme, in welcher man noch Polypen finde, denen durch die Bewegung des Wassers Nahrung zugeführt werden müsse, und die man auf etwa 200 Meter setzen könne, Corallen aber für

1 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. V. p. 417. Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 584.

2 Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. II. p. 118. Poggendorff Ann. a. a. O. S. 598.

den sich bei Bonn nach der Versicherung der Fischer noch in 244 Meter Tiefe, und bei Grönland habe ELLIS freie Madreporen aus 420 Meter Tiefe aufgefischt.

Wellenströmung. allgemeine Richtung derselben. IX. 551.
Weltall. Weltgebäude. X. 1365. Zahl der Fixsterne. 1365. Sternweite. 1366. Schwächung des Lichts im Weltraume. 1371. Vertheilung der Fixsterne. 1373. Entfernung oder Parallaxe der Fixsterne. 1376. Resultate der Beobachtungen. 1383. Charakteristik unseres Sonnensystems. 1387. Verschiedenheit der Himmelskörper. 1399. Sterngruppen. 1400. Nebelmassen. 1404. Doppelsterne. 1410. deren Bahnen. 1411. Masse oder Parallaxe. 1417. Verzeichniss der vorzüglichsten. 1424. Farbe. 1448. Bewegung des Sonnensystems im Weltraume. 1452. neue und verschwundene Sterne. 1460. Ursprung des Weltalls. 1462. WHISTON'S Theorie. 1467. LEIBNITZ'S. 1468. BUFFON'S. 1469. FRANKLIN'S. 1471. LAPLACE'S. 1474. Dauer des Weltalls. 1483.
Weltgegenden. X. 1497.
Weltkugel. S. **Sphäre.** VIII. 914. **Weltpole,** Himmelspole. X. 1498.
Weltraum. dessen Wärme. IX. 602. X. 201—209.
Weltspähne. so viel als Meteorsteine. VI. 2144.
Weltsystem. Sonnensystem, Planetensystem. X. 1500. ägyptisches. 1507. Ptolemäisches. 1508. Theorie der Epicykel. 1512. TYCHO'S System. 1533. Copernicanisches. 1536. Beweise für die Kugelgestalt der Erde. 1547. tägliche Axendrehung. 1553. Umlauf um die Sonne. 1554. Widerlegungen des Copernicanischen Systems. 1557. bildliche Darstellung desselben. 1561. nähere Erläuterung des Kepler'schen Systems. 1562. tabellarische Uebersicht des Weltsystems. 1583—1604. Dimensionen der Erde. 1593. Mond der Erde; Bahn und Beschaffenheit. 1604. Monde des Jupiter. 1608. des Saturn. 1609. des Uranus. 1610. Kometen. 1611. Bahnen der vier bekannten. 1612.
Weltumsegler. III. 834.

Zus. Den genannten sind noch beizuzählen D'ENTRECASTEAUX um 1791, BILLINGHAUSEN um 1820, DUPERREY um 1822, DUMONT D'URVILLE von 1826 bis 1829 und mehrere Andere, indem Weltumseglungen nach dem Verschwinden der früheren Schwierigkeiten gegenwärtig unter die gewöhnlichen Ereignisse gehören.

Wendekreise. III. 840. VIII. 900.
Wendestunden der barometrischen Oscillationen. VI. 1873.
Werschok. russisches Längenmass = $1/_{16}$ Arschine = 1,75 engl. Fuss.
Westpunct. II. 59.
Wetter, schlagende. VI. 62.

Digitized by Google

Wetterableiter. S. **Blitzableiter.** I. 1035.

Wetterfahne. S. **Windmesser.** X. 2146.

Wetterglas. S. **Barometer.** I. 759.

Wetterharfe. I. 799. VIII. 193.

Wetterleuchten. X. 1615. vom Blitze verschieden. II. 575. [illegible] meistens von entfernten Blitzen her. X. 1617. Ursache und Erklärung. 1620.

Wetterlichter. St. Elmsfeuer, St. Helensfeuer, Helenenfeuer, Elmsfeuer. 1625. Name und ältere Nachrichten. 1625. neuere Beobachtungen. 1627. leuchtende Regentropfen und Schneeflocken. 1633.

Wetterparoskop. X. 979.

Wettersäule. Wasserhose, Wassersäule, Seehose, Wasserstrompen, Erdtrombe, Landwasserhose, Landhose, Windhose, Trombe. 1635. Wirbelwinde oder Sandwirbel. 1636. verheerende Landtromben. 1638. Schwefelgeruch derselben. 1644. Wasserhosen auf dem Meere. 1658. Schiessen gegen dieselben. 1668. Wettersäulen auf Binnenseen. 1675. auf Flüssen. 1679. Erklärung nach PELTIER. [illegible] mechanische Erklärung. 1683. nach KÄMTZ. 1691. nach OERSTED. 1694. elektrische Hypothese. 1703. nach PELTIER. 1709. Prüfung der bisherigen Theorieen. 1714. S. **Wind.**

Wetterscheide. IV. 1591.

Wetterschlag. S. **Blitz.** I. 981.

Wetterstange. zur Untersuchung der Luftelektricität. VI. 465 [illegible] Vergl. **Luftelektrometer.** VI. 514. als Blitzableiter [illegible] **Blitzableiter.** I. 1035.

Widder, hydraulischer. S. **Stossheber.** VIII. 1103.

Widersee. I. 1109. 1110.

Widerstand. der Mittel. I. 701. 971. X. 1723. gegen das Trennen der Körper. 1723. gegen Drehung. III. 194. gegen den [illegible] VIII. 1096. eingerammter Pfähle. 1097. der Luft in Röhren. [illegible] 1131. den die Flüssigkeiten bei ihrer Bewegung erleiden. V. [illegible] des Aethers gegen die Himmelskörper. I. 272. flüssiger Medien. [illegible] 1724. aus dem Gesetze des Stosses abgeleitet. 1725. allgemeine Gleichung hieraus. 1731. Versuche NEWTON's und DESAGULIERS'. 1733. Curve des kleinsten Widerstandes. 1735. COULOMB's und POISSON's Versuche. 1736. senkrecht steigende oder fallende Körper in widerstehenden Mitteln. 1741. Pendelbewegungen darin. [illegible] Planetenbewegung 1766.

Geschichtliche und experimentelle Untersuchungen des Problems vom Widerstande der Mittel. X. 1779. das ballistische Problem veranlasst sie. 1780. NEWTON's Versuche. 1782. DESAGULIERS'. [illegible] MARIOTTE's und Anderer. 1784. COULOMB's und DE BORDA's. [illegible] VINCE's. 1788. ROBINS'. 1793. HUTTON's. 1796. SMEATON's. [illegible] EDGEWORTH's. 1808. Untersuchungen ROBISON's. 1810. Versuche der pariser Akademie. 1813. 1825. negativer Widerstand. [illegible] Curve des kleinsten Widerstandes. 1819. FARADAY's und TREDGOLD's Versuche. 1819. BEAUFOY's Bemühungen. 1830. WALKER'S

Versuche. 1835. Vergleichung des Transportes auf Eisenbahnen und Canälen. 1836. Vergl. **Reibung.** RENNIE's Versuche. 1836. der schwedischen Gelehrten. 1838. bestätigen für geringe Geschwindigkeiten NEWTON's Gesetz. 1848. BENZENBERG's Fallversuche. 1846. PRECHTL's Versuche. 1848. Widerstand gegen die Geschützkugeln. 1853. I. 701. 726. 728. 734. 742. Reduction des Pendels auf den leeren Raum. VII. 345. VIII. 614. X. 1855. Einfluss auf Wurfbewegung. 2343.

Zus. Neuerdings ist zur Auffindung der Gesetze des Widerstandes eine schätzbare Reihe von Versuchen durch DUCHEMIN[1] angestellt worden, wobei er namentlich beim Wasser die Bahn der vom bewegten festen Körper verdrängten Massen aufsuchte und hiernach ihre Wirkungen berechnete. Die von ihm entwickelten Formeln stimmen nicht bloss mit diesen, sondern auch mit den aus früheren Erfahrungen gefundenen Resultaten besser überein, als dieses meistens bisher der Fall war.

Widerstand des elektrischen Stromes. S. **Galvanismus.** IV. 667. 678. 812. 916. 972. **Säule.** VIII. 32 ff. S. **Leiter,** elektrische.

Wind. X. 1860. Ursache desselben. 1861. nach BACO. 1864. Passatwinde. 1869. v. LINDENAU's Theorie. 1875. neuere Versuche. 1881. SCHMIDT's Theorie. 1885. verschiedene Arten; Passatwinde. 1894. und deren geographische Verbreitung. 2080. periodische; Moussons. 1898. Land- und Seewinde. 1901. diesen ähnliche. 1902. Frühlingsostwind. 1908. heisse; Harmattan. 1910. Sirocco. 1911. 1927. Föhn. 1913. Chamsin. 1916. Samum. 1918. Sandstürme. 1924. Mistral. 1931. 1947. Wirkungen desselben. 2045. kalte Winde. 1936. veränderliche. 1939. örtliche. 1941. Richtung der Winde. 1950. horizontale. 1953. in ungleichen Höhen. 1955. positive und negative. 1916. Bezeichnung der Windrichtungen. 1967. Beobachtung und Berechnung. 1969. Einfluss der Tagszeiten. 1973. monatliche Verschiedenheiten. 1974. ganzjährige. 1992. Tabelle der mittleren Windrichtungen. 1995. allgemeines Drehungsgesetz. 2001. DOVE's Beobachtung desselben. 2006. SCHOUW erklärt sich dagegen. 2008. DOVE's Begründung desselben. 2012—2035. Resultate der Beobachtungen auf der südlichen Halbkugel. 2016. Tornados. 2019. Strömungen der Polarluft. 2030. Geschwindigkeit der Winde; deren Messung. 2035. und Resultate. 2040. Stürme. 2042. Tornados und Hurricans. 2048. Typhon. 2063. Kraft der Winde. 2066. theoretische Kraft des Windstosses. 2071. nach Erfahrung verbessert. 2076. geographische Verbreitung der Winde. 2077. Passate. 2080.

---

1 Experimentaluntersuchungen über die Gesetze des Widerstandes der Flüssigkeiten vom Colonel DUCHEMIN. Deutsch herausgegeben von Dr. H. C. SCHNUSE. Braunschw. 1844. 8.

Digitized by Google

gehen in Moussons über. 2087. Hagel in Ostindien. 2091. unregelmässige Winde. 2096. Wirkungen der Winde. 2100. auf das Barometer. I. 935*. VI. 1969. X. 2101. auf die Luftelektricität. VI. 481. 487. auf den Regen. VII. 1265. auf den Schall. VIII. 431. thermometrische Windrose. 2104. hygrometrische. 2106. atmische. 2107. hyetometrische. 2113. lunarische. 2116.

Zus. Ein Sturm, welcher am 19. Sept. 1844 zu Escalquens unweit Toulouse grosse Verheerungen anrichtete, wird von CHAMBON[1] als Wettersäule beschrieben, worauf jedoch hauptsächlich nur die Drehung der Windrichtung und die nicht näher bezeichnete schlauchartig herabhängende Wolke entsteht. Die Wirkungen glichen übrigens denen der Wettersäulen. Ausser den Verheerungen der Maisfelder, dem Ausreissen und Verdrehen der Bäume, dem Fortführen der Dachziegel, Latten und Balken bis auf 700 Meter Entfernung war besonders merkwürdig, dass eine über die Kuppel eines Taubenhauses hervorragende, 1,5 Meter lange eiserne Stange weggerissen und fast 200 Met. weit fortgetragen wurde, wobei sich sogar die Löthungen einer Schüssel aus Zink am unteren Theile dieser Stange und eine Quersprosse am oberen geschmolzen zeigten. Das Geflügel der Meierei war fortgerissen und durch die umhergeschleuderten Ziegel und Balken oder auch, wie CHAMBON meint, durch Elektricität getödtet worden. Ein junger Mensch von 13 Jahren ward durch den Sturmwind aufgehoben und fortgetragen, suchte sich vergebens an den Zweigen der Bäume zu halten, gelangte etliche Mal zur Erde, wurde aber wieder aufgehoben, kam jedoch ohne Beschädigung davon; ein älterer von 30 Jahren aber, welcher aus einem Schuppen entfloh, erhielt durch die fliegenden Dachziegel und Balken bedeutende Verletzungen. Auch in diesem Falle hob sich die Trombe mehrmals, indem sie über einige Strecken ohne Verwüstungen hinstrich, Regen fehlte gänzlich zu Escalquens, zu Toulouse donnerte es und dabei fiel Hagel und eine dort ganz unerhörte Menge Regen. Alle die Verheerung beobachtenden Zeugen hatten das unausgesetzte Brausen gehört, Feuer aber wollten nur einige entferntere Beobachter in der Trombe gesehn haben; die beiden von derselben fortgerissenen Personen hatten nichts der Art wahrgenommen.

Ausserdem richtete eine Trombe am 22. Oct. 1844 zu Cen

1 Compt. rend. T. XIX. p. 851.

grosse Verheerung an. Aus den Erscheinungen, die sie darbot, glaubt Peltier[1] die Folgerung ableiten zu müssen, dass diese Meteore bloss durch Elektricität erzeugt werden, indem Luftströmungen von entgegengesetzter Richtung zwar wohl über einander hingehn, auf keine Weise aber gegen einander stossen und dadurch in eine drehende Bewegung versetzt werden könnten. Neue Argumente zur Unterstützung seiner Hypothese und eine genauere Bezeichnung der eigenthümlichen Wirkungsweise der Elektricität bei diesen Phänomenen bringt er übrigens nicht bei.

indbaum. S. **Wolke.** X. 2281.
indbret bei Windmühlen. X. 2221.
indbüchse. II. 218. X. 1140. 2118. Erfindung derselben. 2118. Construction. 2120. Stärke der Luftcompression. 2123. Geschwindigkeit der geschossenen Kugel. 2128. Vergleichung mit Feuergewehren. 2133. Licht der Windbüchsen. 2135. VI. 269.
inde. Wagenwinde. VII. 1139. VIII. 585.
indharfe. I. 208.
indhose. S. **Wettersäule.** X. 1635.
indkessel. S. **Druckpumpe.** II. 631. 634.
indkugel. S. **Dampfkugel.** II. 412.
indmesser. Anemometer, Anemoskop, Windfahne, Wetterfahne. X. 2146. gemeine. 2147. für horizontale und geneigte Richtung des Windes. 2150. zum Messen der Stärke des Windes. 2151. Bouguer's Windmesser mit seinen Veränderungen. 2156. Wolf's Windmesser mit Flügeln. 2159. 2202. selbstregistrirende. 2162. 2168. neuere, insbesondere englische. 2173. Lind's Windmesser. 2177. mögliche Verbesserungen desselben. 2185. Tabelle zur Berechnung. 2189. verbesserter Bouguer'scher. 2192. Schmidt's neuester Apparat. 2195. Tabelle zur Berechnung. 2200. Woltmann's Flügelapparat. 2202. neueste englische Vorschläge. 2204. und Combes' Apparat. 2217.
indmühle. X. 2219. Erfindung. 2219. Construction. 2220. Bewegung ihrer Flügel. 1806.
ndrad bei Windmühlen. X. 2221.
indrose. II. 181. X. 2225. barometrische. VI. 1961. X. 2101. thermische. VI. 2042. thermometrische. IX. 559. X. 2104. hygrometrische. 2106. atmische. 2107. hydrometrische. 2113. lunarische. 2116. Vergl. **Wind.** 1967. **Weltgegend.** 1895. 1897. 1900.
ndruthe bei Windmühlen. X. 2221.
ndstillen. Gegend derselben. X. 1895. 1897. 1900.
nkelgeschwindigkeit. I. 967. IV. 1357. der Rotation. VI. 2307.

1 Compt. rend. T. XIX. p. 1210.

Digitized by Google

Winkelhebel. V. 115. gebrochener Hebel. X. 2226. Beweis des Hebelgesetzes nach Newton. 2227. Theorem des gebrochenen Hebels. 2230. Winkelhebel in allgemeinster Bedeutung. 2231. allgemeine Bemerkungen. 2234. Herstellung des gestörten Gleichgewichts. 2235. Gleichgewicht des in einem Puncte festen Systems. 2240. Winkelhebel in Gestalt eines körperlichen Gitters unter willkürlichen Kräften. 2243. unter Einwirkung der Schwere. 2246. unter Einwirkung der in einer Ebene parallelen Kräfte. 2250. geradliniger Hebel in allgemeinster Bedeutung. 2252.

Winkelmass, rheometrisches. VIII. 1184.

Winkelmesser, perspectivischer. VII. 428.

Winter. X. 2258. Ursache der Temperatur desselben. 2259.

Wintergewitter. IV. 1588.

Winterpunct. X. 2262.

Winterschlaf der Thiere. X. 365.

Winterwendepunct. VIII. 899.

Wirbel, elektrische, nach Oersted. III. 603. des Cartesius. VI. 1399.

Wirbelmaschine des Robin. X. 1794.

Wirbelwind. S. **Wettersäule.** X. 1636. entsteht durch grosses Feuer. 1883.

Wirkung. Begriff derselben. X. 2263. dient zum Mass der Kraft. 2264. Princip der kleinsten. 2266. in die Ferne. I. 346.

Wirkungskreis, elektrischer. III. 297. 358. S. **Induction.** magnetischer. VI. 678.

Wismuth und seine Verbindungen. X. 2273.

Witherit. I. 941 *.

Witterung. Zusammenhang mit dem Nordlicht. S. **Nordlicht.** VII. 196. Kunde derselben. S. **Meteorologie.** VI. 1817.

Wiuga. eine Art Sturm. X. 1938.

Woche. Bedeutung des Namens. IX. 43.

Wogen, so viel als Wellen. X. 1275.

Wolfram und seine Verbindungen. VIII. 522.

Wolke. Art und Wesen. X. 2274. Durchsichtigkeit. 2278. Gestalt und Bezeichnung. 2279. Schäfchenwolken. 2282. fedrige Schichtwolke. 2284. Haufenwolke. 2288. Lage derselben. 2290. Dicke. 2292. Höhe. 2294. der Gewitterwolken. IV. 1582. Messungsarten der Höhe. X. 2296. beobachtete Höhen. 2304. Entstehung und Schweben. 2315. Richtung und Zug. IV. 1589. sind keine elektrischen Conductoren. V. 6. deren Elektricität. VI. 484. Staubwolken. X. 2118. Capische oder Magellan'sche. VI. 2286. X. 2320. südliche. 2320.

Zus. Ein einfaches, durch einen einzigen Beobachter ausführbares Mittel, die Höhe der Wolken zu messen, hat Wart-

Digitized by Google

MANN[1] angegeben, welches hier erwähnt zu werden verdient. Der Beobachter befinde sich auf einem erhabenen Orte P, einem Hause, Thurme oder Hügel, und habe zur Benutzung einen Teich oder einen künstlichen Horizont M M', die Wolke oder vielmehr ein kenntlicher Punct derselben befinde sich in N und es werde mit einem Winkelinstrumente der Winkel e und der Winkel d gemessen. Weil dann der Winkel 1 = 2 e ist, so ist im Dreieck auch der Winkel N bekannt, welcher zwar in der Regel klein seyn und dadurch das Resultat minder sicher geben wird, doch aber durch Schärfe der Messung der Winkel e und d sehr genau gefunden werden kann. Es lässt sich endlich nach Umständen mit grösserer oder geringerer Schärfe die Linie P S oder S I messen; zuweilen würde man auch beide zu messen und also die Linie P I mit desto grösserer Schärfe zu bestimmen vermögen. Ist dieses geschehn, so hat man: Fig. 56.

$$I\,N = P\,I \frac{\sin.\ d}{\sin.\ (180^0 - 1 - d)},$$

$$N\,Q = I\,N.\ \sin.\ (90^0 - e).$$

Wolkenelektricitätsmesser. III. 410.
Wolle. absorbirt Gase. I. 108. Mittel, ihre Feinheit zu messen. III. 1143.
Wootz. indischer Stahl. III. 161.
Wünschelruthe. III. 778. V. 1013.

Zus. RITTER[2] selbst erklärte die Wünschelruthe noch vor seinem Tode für ein Erzeugniss des Aberglaubens und ihre Erscheinungen für nichtig. Unbezweifelt aber hat er sowohl, als auch C. U. v. SALIS die phantastischen Behauptungen AMORETTI's in Schutz genommen[3].

Würfel, anaklastischer. I. 1135. LESLIE's für Wärmestrahlung. X. 424.
Wunderwerk, chemisches. IX. 1997.
Wurf, Wurfbewegung. bei constanter Kraft. X. 2321. Höhe und Weite desselben. I. 739. Dauer. X. 2324. bei veränderlicher Kraft. 2326. bei veränderlichen Centralkräften. 2329. in widerstehenden Mitteln. 2343.

---

1 Bulletin de la Soc. Vaudoise. N. II. p. 22. Poggendorff Ann. LVI. S. 635.

2 Ann. de Chim. T. LXXII. p. 336.

3 S. phys. und historische Untersuchungen über die Rhabdomantie - animalische Elektrometrie von C. AMORETTI. A. d. It. von C. U. SALIS mit ergänzenden Abhandlungen von J. W. RITTER. Berl. 1809. (und einziger) Bd. 8.

X.

Xantogensäure. IX. 1702.
Xestes. griechisches Mass. VI. 1244.
Xylon. Hohlmass der Griechen. VI. 1244.

Y.

Yard. englisches Normal-Längenmass. VI. 1294.
Yökul. beeiste Bergspitze. IV. 1309. Vulcane auf Island. IX. 2214.
Ytterocerit. II. 91.
Yttrium. Yttererde. X. 2349.

Z.

Zähigkeit. S. **Dehnbarkeit.** II. 504.
Zähler der Kolbenhube bei Dampfmaschinen. II. 475.
Zahl, güldene. II. 252. V. 825. VII. 534. magische. VI. 635. geheimnissvolle. 1053.
Zahn am Rade. deren Gestalt. VII. 1155.
Zambonische Säule. trockne elektrische. S. **Säule.** VIII. 115.
Zauberbrunnen, Zauberkanne. I. 259.
Zauberkreis. durch den Blitz erzeugt. I. 1004.
Zauberkunst, natürliche. S. **Magie.** VI. 629.
Zauberlaterne. S. **Phantasmagorie.** VII. 465.

Zus. Dieser Artikel ist bei der Bearbeitung der optischen Aufgaben vergessen und, dass dieses geschehn, von mir nicht bemerkt worden, weswegen ich der Vollständigkeit wegen das Wesentlichste hier nachhole, was um so leichter geschehn kann, als die Theorie schon im Artikel Sonnenmikroskop enthalten ist, wovon die Zauberlaterne nur eine Abart bildet.

Dass Schwenter[1] von der Zauberlaterne rede, wie Ozanam[2] meint, ist nicht der Fall, vielmehr redet er bloss von den Bildern eines Hohlspiegels, welche allerdings anfangs auch für die Zauberlaterne dienten. Der eigentliche Erfinder ist ohne Zweifel Athanasius Kircher[3], welcher bereits die Bilder auf

1 Mathemat. Erquickungsstunden. 6te Aufl. Nürnb. 1651. 4. Aufg. 31.

2 Recreat. math. T. III. p. 247.

3 Ars magna lucis et umbrae. Rom. 1646. Fol. p. 915. 2te Ausg. Amst. 1671. Th. Young in Lectures on Nat. Phil. T. I. p. 473. T. II. p. 323 giebt an, Roger Baco habe schon im Jahre 1252 die Zauberlaterne erfunden; ich kann aber nicht untersuchen, ob und inwiefern dieses gegründet sey.

Glasscheiben gebrauchte und daher sicher die jetzige eigentliche Zauberlaterne kannte. Wesentliche Verbesserungen, mit Ausnahme besserer Linsen und Hohlspiegel und vollendeterer Mechanismen, sind später nicht hinzugekommen, genauere Beschreibungen aber findet man in den Werken von ZAHN [1], HERTEL [2], LEUTMANN [3], DOPPELMAYR [4] und vorzüglich s'GRAVESANDE [5]. Der Gebrauch eines mit einem Loche in der Mitte versehenen Hohlspiegels nach der Angabe L. EULER's [6] ist nicht zur Anwendung gekommen, die späteren Schriftsteller aber haben aus den genannten Quellen geschöpft. Verschiedene später bekannt gemachte Anweisungen der Verfertigung und des praktischen Gebrauchs namhaft zu machen scheint mir unnöthig, und ich bemerke nur, dass THOMAS YOUNG [7] ihre Einrichtung und Wirkungsweise ausführlich beschreibt.

Die Einrichtung der Zauberlaterne ist keine andere, als die des Lampenmikroskops (Bd. VI. S. 2254), dessen Erfindung aus der des Sonnenmikroskops, sowie dieses wieder aus der Zauberlaterne hervorging. Letztere wird daher erhalten, wenn man (Bd. VI. Fig. 305) die Axe des Hohlspiegels G H in die der Linsengläser fallen lässt, in den Brennpunct F dieses Spiegels eine Lampe stellt, deren vom Spiegel reflectirte parallele Strahlen auf das Object a b fallen, von hier aus durch die Linse K convergirend gemacht sich durchkreuzen, durch die in der Regel nur einfachen Linsen A und B fallen und das vergrösserte Bild α β geben. Die einfachen Apparate bestehn daher aus einem in einem Kasten befindlichen Hohlspiegel mit zugehöriger Lampe, aus transparent auf Glas gemalten Bildern und aus zwei Linsen in einer Röhre. Die Construction erlaubt, die Bilder dicht an die erste Linse, zwischen diese und die Lampe des Hohlspiegels, zu bringen, die zweite Linse lässt sich dann der ersten mehr nähern oder weiter davon entfernen, wodurch man die erzeugten Bilder vergrössern

1 Oculus artificialis teledioptricus. Herbip. 1685. Fol. ed. sec. Norib. 1702. Fol. p. 726.
2 Vom Glasschleifen. Th. II. Cap. 6.
3 Anmerkungen vom Glasschleifen. Cap. 10.
4 Weitere Eröffnung der Bion'schen mathem. Werkschule. S. 47.
5 Phys. elementa mathem. T. II. p. 873.
6 Nov. Comm. Petrop. T. III. p. 363.
7 Lectures on natural philos. T. I. p. 426.

Digitized by Google

und verkleinern, auch ganz verschwinden machen kann. Die erzeugten Bilder werden von einer reflectirenden Wand aufgefangen, besser aber von einem durchscheinenden tafftnen Schirme, welcher die Täuschung vermehrt und daher nach YOUNG'S Ausdrucke eine sehr interessante Unterhaltung für Kinder gewährt. Fällt das Bild nicht auf eine gerade Ebene, sondern wird es vom Rauche aufgefangen, so liegen seine einzelnen Theile nicht in einer geraden Ebene, sondern hintereinander, und scheinen sich zu bewegen, wodurch das Phänomen geisterartig wird und in die sogenannte Phantasmagorie (Bd. VII. S. 464) übergeht. Da die Lichtstrahlen bei der Erzeugung der Bilder der Vergrösserung wegen sehr ausgebreitet werden, so erleiden sie dadurch eine bedeutende Schwächung, und man muss daher für starke Beleuchtung sorgen, ausserdem aber werden die Erscheinungen nur in dunklen Zimmern gezeigt, wo das Auge für schwächere Lichteindrücke empfindlich ist. Die Bilder sind auf den Glasscheiben mit transparenten Farben gemalt, alle übrigen Stellen aber mit einem undurchsichtigen Firniss überzogen; auch kann man mehrere Figuren hintereinander anbringen und durch Bewegung derselben eine Bewegung der dargestellten Gegenstände täuschend nachbilden. Die erforderliche grössere oder geringere Lichtmenge räth YOUNG durch partielle Bedeckung der Flamme zu bewerkstelligen. Bilder undurchsichtiger Gegenstände auf gleiche Weise als mittelst des Sonnen- und Lampenmikroskops darzustellen vermochte schon PORTA, auch können hierzu lebende und sich bewegende Gegenstände dienen, nur müssen sie dann, wie YOUNG bemerkt, sich in grösserer Entfernung befinden, weil sonst die Lichtstrahlen, die nicht von Puncten in einer Ebene ausgehn, nicht in einer Ebene vereinigt werden können; auch wird noch eine weitere Linse erfordert, um die verkehrten Bilder wieder gerade zu stellen. Dieser und wohl noch sonstiger Hülfsmittel bediente sich ohne Zweifel ROBERTSON bei seinen phantasmagorischen Darstellungen zu Paris[1].

Zauberquadrate. VI. 635.
Zaubertrichter. I. 259.
Zechstein. Gebirgsart. III. 1088.

---

1 Vergl. Brisson Dict. rais. de Phys. art. Lanterne magique.

eichen des Thierkreises. X. 2350. Entstehung derselben. 2351. Thierkreis der Chinesen. 2355. Vergl. **Zodiacus.** 2429. Widder. 2430. Stier, Zwillinge. 2431. Krebs, Jungfrau, Waage, Skorpion. 2432. Schütze, Steinbock. 2433. Wassermann, Fische. 2434.

eiger, fliegender. X. 2158. 2196.

eigerwaage. S. **Waage.** X. 38.

eit -Bezeichnung. S. **Sternzeit.** VIII. 901 u. s. w. Zeitbestimmung. VI. 15. X. 2357. Gebrauch der Uhren. 2358. einfachste durch den Lauf der Sonne. 2360. durch Sternverschwindungen. 2364. durch correspondirende Höhen. 2367. durch einfache Höhen. 2370. Höhenänderung der Gestirne. 2376. Zeitbestimmung unter hohen geographischen Breiten. 2382. auf der See. 2386. durch das Mittagsfernrohr. 2396. Zeitgleichung. IV. 1604. VIII. 909. 911. VIII. 1039. X. 2398.

ellenapparat. S. **Säule,** elektrische. VIII. 8.

enith. S. **Nadir.** VII. 8. VIII. 522. X. 2398. Zenithdistanz. I. 116. in Beziehung auf Horizont, Aequator und Ekliptik. X. 2401. Zenithfluth. III. 15. Zenithmikrometer. VI. 2179.

erknisterungswasser. V. 1348.

erlegung der Kräfte. X. 2402. Poisson's Behandlung dieses Problems. 2402.

ersetzung, chemische. IX. 1978. 2019. Erfolge derselben. 2011.

erstreuungsbilder. VIII. 755. Zerstreuungskreis im Auge. IV. 1382. Zerstreuungspunct. I. 1215.

iehen. der Zug. X. 2435. der Geschützläufe. I. 275.

ehkraft. I. 123. II. 129. 711. kantische. VI. 1411. 1414. X. 89.

mmetöl, Zimmetsäure. IX. 1705.

nk und seine Verbindungen. X. 2415. dessen Ductilität. II. 510. seine elektrische Wirksamkeit wird erhöhet durch Amalgamiren. IV. 608. S. **Amalgamiren.**

nn und dessen Verbindungen. 2416.

nnblei. Mengungsverhältniss. IV. 1563.

nnober. S. **Quecksilber.** VII. 1022.

rkonium. X. 2418.

tteraal. IV. 275. 278. Zitterfische. 275. Zitterrochen. 275. 276. Zitterwels. 275. 280. S. **Fische,** elektrische.

odiacallicht. I. 507. X. 2419. Erklärung. 2422. Nachtrag. 2423. Beobachter. 2423. Erklärung. 2426.

odiacus. X. 2429. Zeichen desselben. 2430. Vergl. **Thierkreis.** VIII. 991 u. s. w.

onen. der Erde. III. 937. V. 856. IX. 2190. isotherme oder isothermische in den Strahlen des Spectrum. X. 166. 562.

ucker. IX. 1713. Zuckergährung. IV. 553.

uckung der Froschpräparate. IV. 596. 717.

ündhölzchen. IV. 231.

ündkraft. chemische Grundkraft. III. 369. X. 89.

Digitized by Google

Zündkraut. I. 759. Zündlampe, elektrische. VI. 73. Döbereiner's. 86. Zündpulver. V. 841. X. 265.
Zug. das Ziehen. X. 2435.
Zuleiter, elektrischer. III. 393.
Zunge, bei den Waagen. X. 12. bei Zungenpfeifen. VIII. 360.
Zurückprallung, Zurückspringung, Zurückstrahlung. S. **Zurückwerfung.** X. 2438.
Zurückstossung. S. **Abstossung.** I. 120.
Zurückwerfung. Zurückprallung, Abprallung, Zurückspringung. Zurückstrahlung. X. 2438. des Lichts. I. 1146. 1157. VI. 285. 315—319. 340. 365. IX. 925. 1304. X. 2439. Newton's Theorie. 2440. Stärke der Zurückwerfung. 2443. Farben der Körper. 2444. Schillern derselben. 2448. Hellheit und Weisse. 2450. Schwärze der Bruchflächen. 2452. Poliren der Flächen. 2453. Menge der gespiegelten Strahlen. 2457. Potter's Photometer. 2464. Spiegelung der Flächen durchsichtiger Körper. 2468. Intensität der Spiegelung bei ungleichen Einfallswinkeln. 2475. Zurückwerfung der Wärmestrahlen. X. 591. 638. der Schallwellen. S. **Echo.** III. 78.
Zusammendrückbarkeit. S. **Compressibilität.** II. 211.
Zusammenhang. S. **Cohäsion.** II. 113.
Zusammenkunft. S. **Conjunction.** I. 402.
Zusammensetzung der Kräfte. S. **Zerlegung.** X. 2403.
Zusammenziehung des Wassers vor dem Gefrieren. I. 601. IV. 1491. X. 902. der Körper beim Gestehn. X. 968. der Wasserader. V. 533. VII. 1167. S. **Hydrodynamik.**
Zuschlag, strengflüssige Körper schmelzen zu machen. IV. 522. X. 982.
Zweischattige. VIII. 511.
Zwillingskrystalle. S. **Krystall.** V. 1304.
Zymosimeter. X. 2478.

Ende des Sachregisters.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google